

TC
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

ATOM VE MOLEKÜL KONUSUNDA KAVRAM YANILGILARI VE
BUNLARI İYİLEŞTİRMEK İÇİN ÖRNEK ETKİNLİKLER

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan
Ayşegül ERGÜN

ANKARA
Nisan, 2013

TC
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

ATOM VE MOLEKÜL KONUSUNDA KAVRAM YANILGILARI VE
BUNLARI İYİLEŞTİRMEK İÇİN ÖRNEK ETKİNLİKLER

DOKTORA TEZİ

Ayşegül ERGÜN

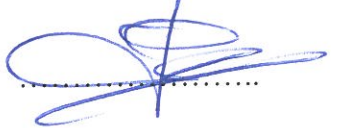
Danışman: Doç. Dr. Mustafa SARIKAYA

ANKARA
Nisan, 2013

JÜRİ ONAY SAYFASI

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Ayşegül Ergün'e ait "Atom ve Molekül Konusunda Kavram Yanılgıları ve Bunları İyileştirmek İçin Örnek Etkinlikler" adlı tez, 24.04.2013 tarihinde jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

	<u>Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Başkan)	: Prof. Dr. Necati YALÇIN	
Üye (Tez Danışmanı)	: Doç. Dr. Mustafa SARIKAYA	
Üye	: Doç. Dr. Demet ÇETİN	
Üye	: Doç. Dr. Sinan ERTEN	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Asım ÖZDEMİR	

ÖN SÖZ

Bu tezin hazırlanmasında, derin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, bana her konuda rehberlik eden, yardımlarını esirgemeyen, sağladığı pozitif enerji ile zorlukların üstesinden gelebilmemi kolaylaştıran, beni yüreklendiren, saygı ve sevgi duyduğum danışmanım, Sayın Doç. Dr. Mustafa SARIKAYA'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezin çeşitli aşamalarında değerli görüş ve düşüncelerinden faydalandığım, çalışma ile ilgili olarak eksik noktaları görmemde ve bunları gidermemde, bana büyük katkıda bulunan tez izleme komitemin değerli hocaları, Prof. Dr. Necati YALÇIN ve Prof. Dr. Yüksel TUFAN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmama getirdikleri yapıcı eleştiri ve katkılarından dolayı, saygıdeğer jüri üyeleri hocalarım, Doç. Dr. Sinan ERTEN, Doç. Dr. Demet ÇETİN ve Yrd. Doç. Dr. Asım ÖZDEMİR'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Araştırmayı yürüttüğüm Denizli il merkezindeki okullarda görev yapan öğretmen arkadaşlarıma ve araştırmaya katılan bütün öğrencilere teşekkür ediyorum.

Ayşegül ERGÜN

ÖZET

ATOM VE MOLEKÜL KONUSUNDA KAVRAM YANILGILARI VE BUNLARI İYİLEŞTİRMEK İÇİN ÖRNEK ETKİNLİKLER

ERGÜN, Ayşegül

Doktora, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Sarıkaya

Nisan-2013, 272 sayfa

Bu araştırmanın amacı; ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili başarı düzeylerini belirlemek ve bu konudaki öğrenme zorluklarını (kavram yanlışlarını) iyileştirmek için, modele dayalı etkinliklerin etkisini araştırmaktır.

Maddenin parçacıklı yapısı konusunda literatürde verilen çalışmalar incelenerek, diğer ülkelerdeki öğrencilerin bu konuyla ilgili ne tür kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmada öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının belirlenmesinde iki test kullanılmıştır. İlk test MPYDT (Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi), ikinci test ise MPYKT (Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi) olarak adlandırılmıştır. Her iki test “135” 9. sınıf öğrencisine uygulanmış ve yeterli güvenilirliğe sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilere MDYT (Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi) uygulanmıştır.

Araştırma 2009-2010 öğretim yılının ikinci döneminde, Denizli il merkezinden rastgele seçilen bir ilköğretim ve ortaöğretim okulunda yürütülmüştür. İlköğretimin 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflarından, her sınıftan seçilen ikişer şubede bulunan toplam 278 öğrenci ve ortaöğretimin 9, 10, 11 ve 12. sınıflarından, her sınıftan seçilen ikişer şubede bulunan toplam 207 öğrenci, tarama grubu olarak belirlenmiştir. Bu gruba uygulanan testler sonucunda öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları bulunmuştur. Öğrencilerde bulunan kavram yanlışlarının, öğrencilerin öğretim seviyesine, öğretim kademesine, bulundukları sınıfa ve bilişsel gelişim

dönemlerine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Kavram yanlışlarının bulunma oranı açısından kız ve erkek öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Araştırmada ayrıca, modele dayalı etkinliklerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkisini belirlemek üzere, tek grup öntest-sontest modeli kullanılmıştır. Öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının iyileştirilmesi için, modele dayalı etkinlikler deney grubunu oluşturan “166” ilköğretim öğrencisine uygulanmıştır. Sonuç olarak modele dayalı etkinliklerin uygulanmasından sonra öğrencilerin bazı kavram yanlışlarının iyileştiği görülmüştür. Ancak bazı kavram yanlışlarının ise, modele dayalı etkinliklerden sonra giderilemediği belirlenmiştir. Ayrıca deney grubundan seçilen on öğrenci ile yapılan mülakatlarda, kavram yanlışlarının ders kitaplarındaki bazı anlatım tarzları ve gösterimlerden de kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan, öğrencilerin günlük hayatta sık karşılaştıkları maddelerin taneciklerini temsil eden renkli boncuk modellerin ve bilgisayar aracılığıyla gösterilen üç boyutlu modellerin, kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Mülakatlarda, öğrencilerin derslerde yapılan modele dayalı etkinlikleri sevdikleri ve dersin işlenişinden zevk aldıkları da belirlenmiştir.

Bu araştırma fen bilgisi ve kimya eğitimi için önemli sonuçlar içermektedir. Araştırma sonuçları öğrencilerde atom ve molekül kavramıyla ilgili bulunan kavram yanlışlarını gelişim dönemlerine ve yaşlarına bağlı olarak ortaya koyması açısından önemlidir. Araştırma sonuçları öğretmenlerin atom ve molekül kavramlarının öğretiminde, modele dayalı etkinlikleri kullanmalarını teşvik etmesi açısından da önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Atom ve molekül kavramı, kavram yanlışlığı, modele dayalı etkinlikler

ABSTRACT

MISCONCEPTIONS ABOUT ATOMS AND MOLECULES AND EXAMPLARY ACTIVITIES TO OVERCOME THESE

ERGÜN, Ayşegül

Doctor of Philosophy, Program of Science Teacher Education

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa SARIKAYA

April-2013, 272 pages

The purpose of this study is to determine the level of success of primary and secondary school students on particulate nature of matter and to investigate the effect of model-based activities to overcome learning difficulties (misconceptions).

The kinds of misconceptions of the students in other countries about the particulate nature of the matter have determined by examining the studies which are given in the literature. In the study two tests have been used for determining the misconceptions of the students. The first test is called MPYDT (Evaluation Test on Particulate Nature of Matter) and the second test MPYKT (Concept Test on Particulate Nature of Matter). Both of the tests were determined as reliable by carrying out with 135 ninth grade students. In addition, MDYT (The Ability of Logical Thinking Test) was applied students.

The research has carried out in a randomly selected primary and secondary school in Denizli city center in the second term of 2009-2010 academic year. 278 students chosen from two classes of 4th, 5th, 6th, 7th and 8th grades of primary school and 207 students chosen from two classes of 9th, 10th, 11th and 12th grades of secondary school were determined as the screening group. As a result of the tests applied to this group, it has determined that the students had misconceptions on particulate nature of matter. The misconceptions of the students have been found to be connected with the students' level of education, their learning stages, the class in which

they are and their mental developmental stages. It has found no differences statistically between male and female students about the rate of misconceptions found.

Additionally one group pre-test post-test model has been used for determining the effect of model-based activities on overcoming misconceptions about the particulate nature of the matter. Model-based activities has performed to the research group of 166 primary school students on misconceptions. As a result some of misconceptions of the students have been overcome. However some of misconceptions have not been changed after model based activities. In addition, during the interviews with ten students from the research group it has determined that some misconceptions have been related to some explanation techniques and impressions on textbooks.

The representative color bead models of the matters which are most-known by the students used in this research and the three dimensional models shown on a computer have been found effective on overcoming the misconceptions. In the interviews it has cleared that the students like model-based activities and they enjoy the learning process.

This research has important results for science and chemistry education. The research results are important for identifying students' misconceptions about the concepts of atom and molecules depending on their developmental stages and ages. The result of the research is also important for encouraging teachers using model-based activities on teaching the concepts of atoms and molecules.

Key words: Concept of atom and molecules, misconceptions, model based activities

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ONAY SAYFASI	i
ÖN SÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	8
1.3. Araştırmanın Önemi	10
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	11
1.5. Varsayımlar.....	11
1.6. Tanımlar.....	12
BÖLÜM II	13
KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	14
2.1. Fen Öğrenimi ve Öğretimi	14
2.2. Maddenin Parçacıklı Yapısı ile İlgili Tarihsel Gelişim Süreci ve Atom Modelleri	17
2.2.1. Dalton Atom Modeli	18
2.2.2. Thomson Atom Modeli.....	20
2.2.3. Rutherford Atom Model	21
2.2.4. Bohr Atom Modeli.....	22
2.2.5. Modern Atom Modeli	24
2.3. Kavram Nedir?.....	25
2.4. Kavram Geliştirme Süreçleri	26
2.5. Fen ve Teknoloji Eğitiminde Kavram Yanılgıları	27
2.6. Kavram Yanılgılarının Çeşitleri.....	29
2.7. Kavram Yanılgılarının Kalıcı Olmasının Nedenleri	30
2.8. Öğrencilerde Madde Konusuyla İlgili Bulunan Bazı Kavram Yanılgıları	31
2.8.1. Maddenin Halleri ile İlgili Kavram Yanılgıları	31
2.8.2. Hal Değişimiyle İlgili Kavram Yanılgıları	35

2.8.3. Çözünme İle İlgili Kavram Yanılgıları.....	38
2.8.4. Maddenin Parçacıklı Yapısı ile İlgili Kavram Yanılgıları.....	41
2.8.4.1. Taneciklerin Bileşimi ile İlgili Kavram Yanılgıları.....	50
2.8.4.2. Taneciklerin Boyutu ile İlgili Kavram Yanılgıları	51
2.8.4.3. Taneciklerin Şekli ile İlgili Kavram Yanılgıları	53
2.8.4.4. Taneciklerin Ağırlığı ile İlgili Kavram Yanılgıları.....	54
2.8.4.5. Taneciklerin Canlı Olmaları (Animizm) ile İlgili Kavram Yanılgıları..	55
2.8.4.6. Makroskopik Özelliklerin Taneciklere Verilmesi ile İlgili Kavram Yanılgıları	56
2.8.4.7. Tanecikler Arasındaki Bağlar ile İlgili Kavram Yanılgıları	57
2.8.4.8. Tanecikler Arasındaki Boşluklar ve Tanecik Hareketi ile İlgili Kavram Yanılgıları	58
2.9. Piaget'nin Zihinsel Gelişim Dönemleri	59
2.9.1. Duyusal-Edimsel Dönem (0-2 yaş).....	61
2.9.2. İşlem Öncesi Dönem (2-7 yaş)	61
2.9.3. Somut İşlemler Dönemi ($7 \geq 11$ yaş).....	61
2.9.4. Soyut İşlemler Dönemi (11 yaş ve üstü).....	62
2.10. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatında Fizik, Kimya ve Biyoloji Konularının Dağılımı	63
2.10.1. Dördüncü Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatındaki Ünite ve Konu Dağılımı	63
2.10.2. Beşinci Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatındaki Ünite ve Konu Dağılımı	68
2.10.3. Altıncı Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatındaki Ünite ve Konu Dağılımı	73
2.10.4. Yedinci Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatındaki Ünite ve Konu Dağılımı	78
2.10.5. Sekizinci Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatındaki Ünite ve Konu Dağılımı	84
2.11. Maddenin Parçacıklı Yapısı Konusunun Fen ve Teknoloji Programındaki Yeri	92
2.12. Modellemeye Dayalı Fen Öğretimi	95
2.12.1. Modeller.....	95
2.12.1.1. Açık Modeller	97
2.12.1.2. Örtük (İçsel) Modeller	99
2.13. Modelleme	100
2.14. Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Modellemeye Dayalı Aktivitelerin Kullanıldığı Araştırmalar	101
2.15. Somut ve Soyut İşlemler Dönemindeki Öğrenci Başarılarının Karşılaştırıldığı Araştırmalar	108

BÖLÜM III..... 112

YÖNTEM 112

3.1. Araştırmanın Modeli.....	112
3.2. Evren ve Örneklem	114
3.3. Verilerin Toplanması	115
3.3.1. Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi (MPYDT).....	116
3.3.2. Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi (MPYKT)	119
3.3.3. Maddenin Parçacıklı Yapısı Testi (MPYT).....	120

3.3.4. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT)	121
3.4. Bağımsız Değişkenler	122
3.5. Uygulama.....	122
3.6. Verilerin Analizi	128
3.6.1. İlişkisiz (Bağımsız) Örneklemeler t- Testi	128
3.6.2. İlişkisiz Örneklemeler İçin Tek Faktörlü Varyans Analizi (One Way Anova)	129
3.6.3. İlişkili Örneklemeler İçin t-Testi (Paired Samples t-Test)	129
3.6.4. Basit Korelasyon: Pearson Korelasyon Katsayısı.....	130
3.6.5. Görüşme.....	130

BÖLÜM IV..... 132

BULGULAR VE YORUM..... 132

4.1. Tarama Çalışması ile İlgili Bulgular ve Yorumlar	132
4.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar.....	133
4.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar	135
4.1.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar	139
4.1.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar.....	143
4.1.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar.....	146
4.1.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar.....	149
4.2. Çalışma Grubunu Oluşturan Öğrencilere Yönelik Sonuçlar	151
4.2.1. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar	151
4.2.1.1. Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Ön ve Son Testlerden Elde Ettikleri Başarının Karşılaştırılması.....	152
4.2.1.2. Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Ön ve Son Testlerden Elde Ettikleri Başarının Karşılaştırılması.....	154
4.2.1.3. Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Ön ve Son Testlerden Elde Ettikleri Başarının Karşılaştırılması.....	156
4.2.1.4. Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Ön ve Son Testlerden Elde Ettikleri Başarının Karşılaştırılması.....	158
4.2.1.5. Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Ön ve Son Testlerden Elde Ettikleri Başarının Karşılaştırılması.....	160
4.2.1.6. MPYDT'ye Ait Öntest ve Sontest Sonuçlarının Sınıf Bazında Karşılaştırılması	162
4.2.1.7. MPYKT'ye Ait Öntest ve Sontest Sonuçlarının Sınıf Bazında Karşılaştırılması	163
4.2.1.8. MPYT'ye Ait Öntest ve Sontest Sonuçlarının Sınıf Bazında Karşılaştırılması	164
4.3. Görüşmelere İlişkin Bulgular.....	165
4.3.1. Öğrencilerin MPYDT'ye Verdikleri Yanıtlara Yönelik Mülakat Sonuçları	165
4.3.2. Öğrencilerin MPYKT'ye Verdikleri Yanıtlara Yönelik Mülakat Sonuçları	200

BÖLÜM V	215
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	215
5.1. Sonuçlar	215
5.1.1. Tarama Grubunu Oluşturan Öğrencilerin MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerine İlişkin Sonuçlar	215
5.1.2. Araştırma Sonucu Elde Edilen Kavram Yanılgıları	218
5.1.3. Çalışma Grubunu Oluşturan Öğrencilerin Ön Test - Son Test MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına İlişkin Sonuçlar	224
5.2. Öneriler	227
 KAYNAKÇA.....	 233
EKLER	243
Ek 1: MPYDT (Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi)	243
Ek 2: MPYKT (Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi).....	249
Ek 3. MDYT (Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi).....	254
Ek 4: Test Sorularının Cevap Anahtarları.....	260
Ek 5: Yazışmalar.....	261
Ek 6: MPYKT'ye Yönelik Uygulanan Etkinlikler	264
Ek 7: Uygulama esnasında çekilen fotoğraflar	269

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. MDYT İçeriği.....	121
Tablo 4.1. Tarama Grubuna Uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerinin Puan Ortalamalarının Öğretim Seviyesine Göre t-Testi ile Karşılaştırılması	133
Tablo 4.2. Tarama Grubuna Uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerinin Puan Ortalamalarının Kademelere Göre Tek Faktörlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması	136
Tablo 4.3. Tarama Grubuna Uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerinin Puan Ortalamalarının Sınıflara Göre Tek Faktörlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması	139
Tablo 4.4. MPYDT, MPYKT, MPYT, MDYT Başarısındaki Farkın Kaynağına İlişkin Thamhane Testi Sonuçları	140
Tablo 4.5. Tarama Grubuna Uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerinin Puan Ortalamalarının Bilişsel Gelişim Düzeyine Göre t-Testi ile Karşılaştırılması	144
Tablo 4.6. Tarama Grubuna Uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerinin Puan Ortalamalarının Cinsiyete Göre t-Testi ile Karşılaştırılması.....	147
Tablo 4.7. Tarama Grubuna Uygulanan MDYT ile MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarıları Arasındaki Korelasyon	150
Tablo 4.8. MPYDT 3, 6 ve 13. Sorular ile MPYKT 3 ve 5. Sorulara Verilen Cevaplar Arasındaki Korelasyon	151
Tablo 4.9. Modellemeye Dayalı Etkinliklerin 4. Sınıf Öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına Etkisinin İlişkili Örneklemeler t-Testi ile Karşılaştırılması	152
Tablo 4.10. Modellemeye Dayalı Etkinliklerin 5. Sınıf Öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına Etkisinin İlişkili Örneklemeler t-Testi ile Karşılaştırılması	154
Tablo 4.11. Modellemeye Dayalı Etkinliklerin 6. Sınıf Öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına Etkisinin İlişkili Örneklemeler t-Testi ile Karşılaştırılması	156

Tablo 4.12. Modellemeye Dayalı Etkinliklerin 7. Sınıf Öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına Etkisinin İlişkili Örneklemeler t-Testi ile Karşılaştırılması.....	158
Tablo 4.13. Modellemeye Dayalı Etkinliklerin 8. Sınıf Öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına Etkisinin İlişkili Örneklemeler t-Testi ile Karşılaştırılması.....	160
Tablo 4.14. Araştırma Sonucu Elde Edilen Kavram Yanılgıları	211
Tablo 5.1. Modele Dayalı Etkinliklerin MPYDT, MPYKT ve MPYDT Başarı Artışına Etkisi	225

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Tarihsel gelişim sürecinde atom modelleri.....	25
Şekil 4.1. Kademelerin ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması.....	138
Şekil 4.2. Sınıfların ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması	143
Şekil 4.3. Bilişsel düzeylerin ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması	146
Şekil 4.4. Kız ve erkek öğrencilerin ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması	149
Şekil 4.5. Modellemeye dayalı etkinliklerin 4. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi	153
Şekil 4.6. Modellemeye dayalı etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi	155
Şekil 4.7. Modellemeye dayalı etkinliklerin 6. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi	157
Şekil 4.8. Modellemeye dayalı etkinliklerin 7. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi	159
Şekil 4.9. Modellemeye dayalı etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi.	161
Şekil 4.10. Modellemeye dayalı etkinliklerin MPYDT başarısına etkisi	162
Şekil 4.11. Modellemeye dayalı etkinliklerin MPYKT başarısına etkisi	163
Şekil 4.12. Modellemeye dayalı etkinliklerin MPYT başarısına etkisi	164

KISALTMALAR LİSTESİ

MPYDT: Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi

MPYKT: Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi

MPYT: Maddenin Parçacıklı Yapısı Testi

MDYT: Mantıklı Düşünme Yeteneği Testi

SPSS: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı (Statistical Package for Social Sciences)

ANOVA: İlişkisiz Örneklemeler için Tek Faktörlü Varyans Analizi

%: Yüzde

$\bar{X}$: Aritmetik Ortalama

N: Katılımcı Sayısı

p: Anlamlılık Düzeyi

s: Standart Sapma

sd: Serbestlik Derecesi

r: Korelasyon Katsayısı

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde ilgili literatür özetlenerek, çalışma konusu olarak ele alınan problemin ne olduğu, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, araştırmanın sınırlılıkları, varsayımlar ve tanımlar yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

İnsanların ihtiyaçlarının her geçen gün biraz daha artmasının sonucunda bilim ve teknoloji hızla ilerlemektedir. Bilim ve teknolojideki gelişmeler fen bilimlerine verilen önemi arttırmaktadır. Okullarda fen eğitimiyle, düşünen, araştıran ve problem çözebilen bireyler yetiştirmek hedeflenmektedir. Bu şekilde öğrenciler yeni bilgiler üreterek yeni buluşlar yapacaklardır. Bu da, fen eğitimine önem veren ülkelerin gelişmişlik açısından daha ileriye gitmesini sağlayacaktır.

İlköğretim çağındaki öğrencilerin en önemli özelliklerinden biri, çevresinde olup bitenleri merak etmeleri ve sürekli yeni bilgiler öğrenmek istemeleridir. Onların bu meraklarını giderecekleri derslerden biri de Fen ve Teknoloji dersleridir. Fen eğitiminin amaçlarından biri; çocukların doğaya ilişkin sorularını en etkili biçimde cevaplandırmaktır. İkinci amaç ise çocukların devamlı olarak değişen çevreye uyumlarını sağlamaktır. Bu bakımdan, bilim ve teknoloji hem bireysel refah hem de toplum refahı için çok önemlidir. Fen öğretiminin etkili olabilmesi için öğrenme en az kavramsal düzeyde olmalıdır. Kavramlar, eşyayı, olayları, insanları ve düşünceleri benzerliklerine göre gruplandırdığımızda gruplara verdiğimiz adlardır (Turgut, Johnson, Çepni ve Ayas 1997). Diğer bilgiler kavramlarla anlamlı bir biçimde ilişkilendirildiği takdirde öğrenme gerçekleşir.

İnsanlar varoluştan itibaren ihtiyaçlarını doğadan karşılamaktadırlar. Doğa, maddelerden meydana geldiğine göre, insanlar maddelerle sürekli iç içe yaşamaktadırlar. İnsanlığın, bundan sonraki yaşamında ihtiyaç duyacağı yeni düşünce ve maddeleri üretebilmesi için madde ile ilgili mevcut bilgileri çok iyi bilmesi gerekir. Mevcut bilgileri kavrayabilmek için de bugün madde ile ilgili var olan, maddelerin özelliklerini ve ilişkilerini açıklamak için kullanılan; isim, kavram ve işlemlerin bilinmesinin yanında maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavramların da bilinmesi gerekir.

İnsanlar işlerini yaparken, yeni bir şeyi öğrenirken, herhangi bir konuda yorum yaparken daima kendisinde oluşmuş fikirleri kullandığı için ve gözü ile maddenin bütünsel yapısını gördüğü için, kimyasal ve fiziksel olayları bu bütünsel yapı ile ilişkilendirme ve açıklama eğilimindedir. Ancak maddenin parçacıklı yapıda olduğu gerçeği de, beş duyumuzla algıladığımız gerçekler kadar gerçektir (Atasoy, 2000).

Kimyasal değişimlerin temeli, parçacıklı yapı olduğundan, öncelikle bu yapının iyi kavranmış olması gerekir. Kimyasal kavramların, kavramlar arası ilişkilerin ve olayların temeli parçacıklı yapıdır. Maddenin parçacıklı yapısını bilimsel doğrularla uyumlu olarak kavrayamayan öğrenciler, alternatif olarak bir model geliştirirler. Bundan sonraki tüm açıklamalarını kendi modellerine göre yapacaklarından, kimyayı öğrenmeleri ve kimyasal olayları kavramaları imkansız hale gelir.

Öğrenciler okul sıralarına günlük yaşantıdaki deneyimlerinden öğrendikleri bazı kavramlarla gelmektedirler. Öğrencilerin günlük yaşantılarındaki çayın içindeki şekerin çözünmesi, çaydanlıktaki suyun kaynaması, kışın yolların buzlanması, yünlü giysileri korumak için kullanılan naftalinin buharlaşması ve sayamayacağımız pek çok olayları gözlemleyerek edindikleri kavramlar, bilimsel olarak okulda Fen ve Teknoloji derslerinde tekrar karşılırlarına çıkmaktadır. Eğer öğrenciler bu kavramları doğru olarak anlamlandırdıysalar, öğretim sırasında da zorluk yaşamadan öğrenme gerçekleşebilir. Ancak bu kavramlar tam olarak anlaşılmadıysa ya da yanlış anlaşıldıysa, onların bilimsel açıklamalarını da anlamamalarından dolayı kavram yanılgıları oluşabilir.

Kavram yanılgıları, günlük yaşantıda edinilen bilgilerin tam anlaşılamamasından dolayı oluşmasının yanında öğretim sırasında da oluşabilir. Ayrıca fen bilimlerindeki

kavramlar genellikle duyu organlarıyla algılanamadıklarından, öğrenciler bu kavramları tam olarak anlayamamakta ve kavram yanlışları açığa çıkmaktadır. Örneğin atom konusu anlatılırken, öğretmenin atomların mikroplar gibi çok küçük olduğunu söylemesi, öğrencilerin atomları mikroplara benzetmelerine ve atomlar canlı olmadıkları halde onları canlı olarak düşünmelerine neden olabilir. Benzer olarak öğretmenin elektrik akımının bir yerden başka bir yere akmasını anlatırken, akma ifadesini kullanması, öğrencilerin bu kavramı maddeselleştirmelerine neden olabilir. Akma özelliği maddesel bir özelliktir, ancak elektrik akımı madde değildir. Bu ve bunun gibi kavram yanlışları öğrencilerin hem bu kavramları öğrenmelerini hem de bu kavramlarla ilişkisi bulunan başka kavramları öğrenmelerini engellemekte ve geciktirmektedir.

Öğrencilerin çoğu, kimyayı öğrenmek için mücadele eder fakat çoğunlukla başarısız olurlar (Nakhleh, 1992). Bu başarısızlığın sonucu olarak öğrencilerde kavram yanlışları ortaya çıkar. Kimyanın temeli olan maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili, ilköğretimden üniversiteye kadar öğrencilerin önemli bir oranı kavram yanlışlarına sahiptir. Genel olarak kavram yanlışları aile, kültür, inanç, çevre, kitap, öğretmen, kullanılan öğretim yöntemi gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Griffits & Preston, 1992; Haidar & Abraham, 1991; Nakhleh, 1992; Novick & Nussbaum, 1978, 1981; Stavy, 1988).

Kavram yanlışlarının bu derece önemli olması, araştırmacıların da dikkatini çekmiş ve farklı alanlarda çeşitli çalışmalar, araştırmalar yapılmıştır. Yapılan bu araştırmalar sonucunda, öğrencilerin pek çok kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. 1980’li yılların başında öğrencilerin fen kavramlarını öğrenmeleri üzerine yapılan araştırma sayısında artış olmuştur. 1980 ve 1990’lı yıllarda araştırmacılar kimyayı içeren temel kavramlar ve olaylarla ilgili çocukların, bazen de yetişkinlerin düşüncelerini araştırmışlardır. Bu araştırmalarda bulunan kavram yanlışları genel olarak kavram yanlışları, saf fikirler, alternatif teoriler ve çocukların feni olarak adlandırılmıştır. Bu araştırmalar, öğrencilerin fen kavramlarını bilim insanlarının inandıklarından çok farklı bir şekilde kavradıklarını göstermiştir.

Bu kavram yanlışlarının öğretimden sonra bile değişmediği, ama etkili bir öğretimle, öğrencilerin günlük hayatta doğal olayları açıklamak için kullandıkları

bilimsel olmayan kavramlarının, bilimsel olanlarla değiştirilebildiği belirtilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda öğrencilerin atomla ilgili bilimsel düşüncelere neden inanmadıklarının ya da inandıklarının, parçacıklı yapı ile ilgili kavramları nasıl oluşturduklarının bilinmesinin gerekliliği vurgulanmıştır (Meyer, 2005).

Bu araştırmaların yapıldığı alanlardan biri de kimya biliminin önemli bir bölümünü oluşturan madde ve parçacıklı yapısıdır. Örneğin bazı öğrenciler gazların ağırlığının olmadığını, aynı miktardaki maddenin gaz halinin katı ve sıvı haline göre daha hafif olduğunu düşünmektedirler (Stavy, 1990). Bu da öğrencilerin katı ve sıvı maddeleri gözlemleyebildikleri halde gaz maddeleri gözlemleyemediklerinden kaynaklanmaktadır. Diğer bir deyişle, öğrenciler gördükleri şeylere inanma ve onları öğrenme eğilimindedirler.

Başka bir araştırmanın bulgularına göre öğrenciler, maddeleri oluşturan taneciklerin büyüklüklerinin, maddenin haline bağlı olduğunu düşünmektedirler. Öğrencilerin bazıları katı halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin en büyük olduğunu, bazıları ise en küçük olduğunu düşünmektedir. Yani öğrenciler “su molekülünün büyüklüğü kendi sıcaklığına bağlıdır” yanlış kavramına sahiptir. Yine aynı araştırmada öğrencilerin atomların mikroskop altında görülebileceği şeklinde bir kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir (Griffiths & Preston, 1992).

Haidar (1988)’ın doktora tez çalışmasının sonuçlarına göre, lise öğrencilerinin pratikte ve teoride maddenin parçacıklı yapısına ilişkin kavramları kullanma düzeyleri arasında önemli bir fark bulunmuştur. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu çözünme kavramını, karışım süreci olarak düşünmekte, günlük hayattaki karışımla ilgili makroskopik düşüncelerini çözünme olayında da kullanmaktadırlar. Şekerin suda çözünmesi olayında, su ve şeker molekülleri arasındaki tanecik boyutundaki etkileşim kavramının, öğrencilerin çoğunda oluşmadığı da araştırmanın sonuçları arasındadır. Öğrencilerin çoğunun maddelerin görülebilen özelliklerini, maddenin parçacıklı yapısını açıklarken kullandıkları belirlenmiştir.

Başka bir araştırmada ise bulunan kavram yanılgıları, kaynayan suyun üzerinde oluşan kabarcıklar oksijen veya hidrojenidir; maddenin gaz halini oluşturan su molekülleri, katı halini oluşturan su moleküllerinden daha hafiftir; ıslak bir tabağın

kuruması suyun tabağa girmesi ile açıklanabilir; amonyak buharlaştığında hidrojen ve azot atomlarına ayrılır; kaynayan bir çaydanlığın kapağındaki su damlalarını oksijen ve hidrojen birleşerek oluşturur; bir su molekülünün hali, onun şekline bağlıdır, şeklinde sıralanabilir (Yeziarski, 2003). Bulunan kavram yanlışlarına bakıldığında öğrencilerin maddenin fiziksel ve kimyasal değişimini, tanecik boyutunda anlayamadıkları, maddenin farklı hallerini oluşturan taneciklerin özelliklerini, maddenin görülebilen özellikleri ile açıkladıkları görülmektedir.

Maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili 9. sınıf öğrencilerinde bulunan kavram yanlışlarını açığa çıkarmak amacıyla, başka bir araştırma da Tezcan ve Salmaz (2005) tarafından yapılmıştır. Araştırmada atomun yapısı konusu ele alınmış ve araştırma sırasında öğrencilerde konuyla ilgili ilginç kavram yanlışları bulunmuştur. Örneğin taneciklerin bileşimi ile ilgili görülen bir kavram yanlışlığı, öğrencilerin bir kısmının her maddenin atomlardan oluştuğunu değil de, bazı maddelerin atomlardan oluştuğunu ifade etmeleridir.

Bazı öğrenciler ise, taneciklerin bileşimiyle ilgili, maddelerin moleküllerin bileşimi olduğunu değil de, moleküllerin maddenin içinde bulunduğu yanlışlığını taşımaktadırlar. Öğrenciler hava moleküllerinin arasında hava, su moleküllerinin arasında ise su olduğunu düşünmektedirler (Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer & Blakeslee, 1993).

Taneciklerin mikroskop altında görülebileceği yanlış kavramı birçok araştırmacı tarafından ele alınmış ve öğrencilerin büyük kısmının taneciklerin mikroskop altında görülebileceği yanlış kavramına sahip oldukları görülmüştür (Griffiths & Preston, 1992; Lee et al., 1993; Tezcan ve Salmaz, 2005). Öğrencilerin bazıları atom ve molekülleri mikropalara benzetmekte ve bir şekilde mikroskop altında görülebileceklerini düşünmektedirler.

Benzer olarak, Pideci (2002)'nin 8. sınıf öğrencileriyle yaptığı araştırmada ise, öğrencilerin anketlerde ve mülakatlarda sorulan sorulara verdikleri yanıtlar incelenmiş ve öğrencilerin atomların canlı olduklarını düşündükleri görülmüştür.

Öğrencilerin kimyayı tam olarak anlayabilmeleri için maddenin parçacıklı yapısı ve kinetik moleküler teoriyi anlamaları zorunludur. Maddenin parçacıklı yapısının kavranması, okuldaki kimya derslerinin içeriğinde bulunan atomik yapı, kimyasal değişim, kimyasal bağlar ve bunlar gibi pek çok konunun anlaşılmasını elbette kolaylaştıracaktır. Fakat maddenin parçacıklı yapısının kavranması, sadece kimya dersinin tümünün kavranması ile sınırlı değildir. Öğrencilerin dünyayı oluşturan biyolojik sistemleri, fiziksel sistemleri anlayabilmek için evrendeki her şeyin taneciklerden oluştuğunu düşünmeleri zorunludur. Tanecikler arasındaki etkileşimin varlığı, yukarıda sayılan sistemler arasındaki bütün olayların anlaşılmasında çok önemlidir (Meyer, 2005).

Okullarda genellikle öğretmen merkezli olarak verilen geleneksel bir öğretimle, maddenin parçacıklı yapısına ilişkin kavram yanlışlarının değiştirilmesi mümkün olmamaktadır. Çünkü, yapıları gereği çocukların yaşadıkları çevreyi, çevredeki maddeleri, olayları anlayıp yorumlama ve bu karmaşık çevrede bir düzenlilik arama eğilimleri vardır. Onlar, kendileri aktif olduğu sürece, yaparak ve yaşayarak daha iyi öğrenebilmektedir. Bu nedenle fen eğitimi programları çocukların bu ihtiyacını karşılayacak şekilde planlanmalıdır.

Görülüyor ki, fen eğitiminin okullarda verilmesi esnasında oluşabilecek kavram yanlışları, uygun yöntemlerle giderilmediği sürece etkili bir öğretimden söz edilememektedir. Bu nedenle; fen eğitimi, Fen ve Teknoloji eğitimi daha kalıcı ve verimli hale getirerek, kavram yanlışlarını önlemek için yeni metot, yöntem ve etkinlikler geliştirip bunlardan en etkili olanlarını kullanmak zorundadırlar. Bu da fen eğitiminde yöntem ve etkinliklerin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Fen ve Teknoloji dersinde kimyanın temelini oluşturan maddenin parçacıklı yapısı, duyu organları ile algılanamayan kavramları içerdiğinden, öğrencilerde oluşan kavram yanlışlarının giderilmesinde kullanılacak yöntemlerden biri de modellemeye dayalı etkinliklerden oluşan bir öğretimdir. Modele dayalı öğrenme, bir sistem ya da olaya ilişkin zihinsel modellerin oluşturulma süreci olarak tanımlanabilir. Okullarda yapılmaya çalışılan ise, öğrencilerin öğrenme öncesi sahip oldukları ön bilgileri ya da zihinsel modellerini, bilim adamlarının ortaya koymuş olduğu bilimsel modeller doğrultusunda değiştirmelerine ya da geliştirmelerine yardımcı olmaktır. Bu nedenle,

modelleme gelişmiş bir düşünme süreci olarak ele alınabilir (Harrison & Treagust; 1998).

Bu kapsamda araştırmada kullanılan modellemeye dayalı etkinliklerin, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olacağı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak ta bu araştırma ile modellemeye dayalı etkinliklerin, öğrencilerin olaylar karşısında bir bilim insanı gibi düşünüp karar verebilmelerine, sorgulayabilmelerine, bilimsel olanı olmayandan ayırt edebilmelerine ve kavramsal anlamalarına olan etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Elde edilen sonuçların da, fen eğitimi alanına önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir.

Bu çalışmada, ilköğretim dört, beş, altı, yedi ve sekizinci sınıf öğrencileri ile ortaöğretim dokuz, on, onbir ve onikinci sınıf öğrencilerinin atom ve molekül kavramları hakkında, kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları belirlenmiştir. Belirlenen kavram yanlışlarının, öğrencilerdeki yaygınlık derecesi araştırılmış aynı zamanda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını, en az düzeye indirebilmek için kullanılan modele dayalı etkinliklerin, etkisi incelenmiştir.

Araştırmanın problemini ilköğretim dört, beş, altı, yedi ve sekizinci sınıf öğrencileri ile ortaöğretim dokuz, on, onbir ve onikinci sınıf öğrencilerinin, atom ve molekülle ilgili kavram yanlışları ve bunların iyileştirilmesinde modellemeye dayalı etkinliklerin, etkisinin araştırılması oluşturmaktadır.

Bu çalışma, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavram yanlışlarını azaltması yönünde, öğrencilere ve öğretmenlere ışık tutacaktır. Ayrıca bu çalışma öğretmenlere ve ders kitaplarının yazarlarına da rehber olacak ve bu konu anlatılırken ya da yazılırken, bu kavram yanlışlarının neler olduğunu öğretmen ve yazarlar bilecekleri için daha etkili olacaklardır. Düz anlatım yönteminin dışında, diğer yöntemlerin ve yaklaşımların da kullanılabileceğini ya da modele dayalı etkinlikler kullanılıyor olsa bile kavram yanlışlarının azaltılması amacı ile daha etkin ve bilinçli bir şekilde kullanılmasının gerekliliğini görecektir. Ayrıca bu yöntem ve yaklaşımlara göre de derslerini işleyebileceklerdir. Maddenin parçacıklı yapısı kimyanın temelidir ve ilköğretimde temeli sağlam olan bir öğrencinin lisede ve hayatta başarılı olmaması için bir sebep yoktur.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın iki temel amacı vardır:

1. İlköğretim öğrencilerinin maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili başarı düzeylerini belirlemek
2. Bu konudaki öğrenme zorluklarını (kavram yanlışlarını) iyileştirmek için modele dayalı etkinliklerin etkisini araştırmaktır.

Bu amaçlar çerçevesinde araştırmanın problem cümlesi ve alt problemleri şunlardır:

Problem cümlesi:

Araştırmanın problem cümlesi şu şekildedir:

İlköğretim dört, beş, altı, yedi ve sekizinci sınıf öğrencileri ile ortaöğretim dokuz, on, onbir ve onikinci sınıf öğrencilerinin, maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışları var mıdır? Kavram yanlışlarının iyileştirilmesinde, modellemeye dayalı etkinliklerin etkisi var mıdır?

Alt Problemler:

1. Öğrencilerin bulundukları öğretim seviyesine bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmekte midir?
2. MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları öğrencilerin bulundukları öğretim kademesine göre farklılık göstermekte midir?
3. Öğrencilerin bulundukları sınıfa bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmekte midir?
4. Öğrencilerin bulundukları bilişsel gelişim dönemlerine bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmekte midir?

5. Cinsiyete bağılı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değışmekte midir?

6. Öğrencilerin MDYT başarıları ile MPYDT, MPYKT, MPYT başarıları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

7. İlköğretim 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerindeki maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde, araştırmada kullanılan modellemeye dayalı etkinliklerin anlamlı bir etkisi var mıdır?

Bu alt problemlerle ilgili olarak aşağıda verilen **null hipotezleri** kurulmuştur:

1. MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları, öğrencilerin bulundukları öğretim seviyesine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

2. MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları, öğrencilerin bulundukları öğretim kademesine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

3. MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları, öğrencilerin bulundukları sınıfa göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

4. MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları, öğrencilerin bulundukları bilişsel gelişim dönemlerine göre, anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

5. MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

6. Öğrencilerin MDYT başarıları ile MPYDT, MPYKT, MPYT başarıları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.

7. İlköğretim 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerindeki maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde, araştırmada kullanılan modellemeye dayalı etkinliklerin anlamlı bir etkisi yoktur.

1.3. Araştırmanın Önemi

Kavram yanlışlarının aşılması, Fen ve Teknoloji öğretiminin sağlıklı olarak yapılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Kimya biliminde maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının varlığı literatürde yer alan çok sayıda araştırmadan görülmektedir (Griffths & Preston, 1992; Haidar, 1988; Lee et al., 1993; Novick & Nussbaum, 1978; Pideci, 2002; Stavy, 1990; Tezcan ve Salmaz, 2005; Yeziarski, 2003).

Öğrencilerdeki kavram yanlışlarının çoğu, maddenin bugünkü anladığımız ve kabul ettiğimiz bilimsel anlamıyla algılanmamasından kaynaklanmaktadır. Genellikle ders kitaplarında maddenin tanımı “çevremizde gördüğümüz her şey maddedir” şeklinde basit bir ifadeyle yapılmakta, maddenin parçacıklı, hareketli ve boşluklu yapısı ise tarife dayalı bir bilgi olarak verilmektedir. Dolayısıyla maddeyi günlük hayatta gördükleri bütünsel şekliyle algılayan öğrenciler, maddenin parçacıklı, hareketli ve boşluklu yapısını anlamada zorluk çekmekte, öğrendiklerini zihinlerinde anlamlandıramamaktadırlar. Bunun sonucunda da anlamlandıramadıkları bilgiyi ezberleme yoluna gitmektedirler.

Kimyanın temel konularından birini teşkil eden madde ve maddenin parçacıklı yapısının iyi kavranılmış olması, birçok kimyasal reaksiyonun ve ilerleyen öğretim sürecinde öğrenilecek olan diğer konuların da daha iyi anlaşılmasını sağlar. Aksi durumda kavram yanlışlarının önüne geçilemez, bunun sonucu olarak ta doğru ve anlamlı öğrenme olayı gerçekleşmemiş olur.

Bu araştırmada ilköğretim 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf ile ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin, maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının olup olmadığı belirlenmiş, öğrencilerin kavram yanlışları ile mantıksal düşünme yetenekleri arasında, doğrusal bir ilişki olup olmadığı da tespit edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde, modellemeye dayalı etkinliklerin anlamlı bir etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır.

Bu araştırma ile ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atom ve molekül hakkındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve onları iyileştirmek için modellemeye

dayalı etkinlikler önerilmesi başta öğretmenler olmak üzere, eğitimle uğraşan diğer kişilere araştırma sonuçlarından faydalanma imkanı tanıyacaktır.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma, Denizli il merkezine bağlı bazı ilköğretim okullarının dördüncü, beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci sınıfları ile ortaöğretim okullarının dokuzuncu, onuncu, onbirinci ve onikinci sınıflarına uygulanmıştır.

2. Örneklem, Denizli il merkezine bağlı ilköğretim ve ortaöğretim okullarıyla sınırlıdır.

3. Araştırmaya katılan öğrencilerin yaşları 10-18 arasındadır.

4. Araştırmada kullanılan MPYDT, MPYKT ve MDYT testleri 278'i ilköğretim, 207'si ortaöğretim olmak üzere toplam 485 öğrenciye uygulanmıştır.

5. Araştırmada kullanılan modele dayalı etkinlikler, bir ilköğretim okulunun dört, beş, altı, yedi ve sekizinci sınıflarından birer şubeye olmak üzere, toplam 166 öğrenciye uygulanmıştır.

1.5.Varsayımlar

Araştırma aşağıda belirtilen varsayımlar doğrultusunda geçerlidir.

1. Araştırmaya katılan öğrenciler ölçüm araçlarındaki sorulara isteyerek ve gönülden cevap verdiler.

2. Etkinlik uygulanan dördüncü, beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci sınıflar arasında uygulama süresince iletişim olmamıştır. Araştırmacı tüm sınıflarda modellemeye dayalı etkinlikleri, en iyi şekilde uygulamaya çalışmıştır. Etkinlikler uygulanırken, soruların cevapları öğrencilere verilmemiş, düşünerek, olayları yorumlayarak, cevapları kendilerinin bulmaları istenmiştir.

3. Araştırma için seçilen örneklem, evreni temsil edecek nitelikte belirlenmiştir.

4. Veri toplama araçları ve yöntemi, araştırmanın amacına uygundur.

1.6. Tanımlar

Maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili bazı kavramlardan çalışma içerisinde sıkça bahsedilmektedir. Bu nedenle kullanılan kavramların neler olduğu ve nasıl ifade edildiği bu bölümde tanımlanarak gösterilmiştir.

Kavram yanılgısı: Uzmanlar tarafından kabul edilen kavramlardan farklı olan öğrenci fikirleridir (Schmith, H.J., 1997).

Maddenin parçacıklı yapısı: Maddenin atom, molekül veya iyonlardan oluşması.

Mikroskopik özellik: Maddenin yapı taşlarını oluşturan atom, molekül, iyon gibi gözle görülemeyen kavramlarla ilgili yapısıdır.

Maddenin mikroskopik yapıda olduğu düşüncesi: Maddenin gözle görülemeyen atom, molekül gibi taneciklerden oluştuğu düşüncesi.

Makroskopik özellik: Maddenin dış görünüşüyle ilgili, yani gözle görülebilen özellikleridir.

Maddenin makroskopik yapıda olduğu düşüncesi: Maddenin sadece gözle görülebilen parçalardan oluştuğu düşüncesi (kavram yanılgısı).

Maddenin sürekli olduğu düşüncesi: Maddenin atomlardan ya da moleküllerden oluştuğu değil de bütün bir parça olduğu düşüncesi.

Model: Çok küçük veya çok büyük olduğu için direkt algılanamayan bir şeyi öğrenciler için görsel ve algılanabilir hale getirmek için yapılan ve öğretimde kullanılan yardımcı materyallerdir (Turgut vd., 1997).

Etkinlik: Planlı ve düzenli olarak yapılan ve kişilerin aktif olmasını gerektiren faaliyetlerdir.

Hipotez: Doğruluğu veya yanlışlığı ancak yapılan gözlemlerden sonra ispatlanabilen önermelerdir.

Problem: Fen ve Teknoloji dersindeki bağıntıların uygulandığı, sayısal sorunların yanısıra şüphe ve belirsizlik uyandıran her şey bir problemdir (Turgut vd., 1997).

Yeterlik: Bir işi yapma imkan ve gücünü sağlayan özel bilgi, beceri, nitelik ve donanım bütünlüğüdür.

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde öncelikle fen öğrenimi ve öğretimi ile tarihsel gelişim sürecinde atom modelleri ele alınmıştır. Ardından fen eğitiminde kavram öğretimi ve kavram yanlışları üzerinde durularak, maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili literatürde yer alan kavram yanlışları açıklanmıştır. Daha sonra ise, maddenin parçacıklı yapısının öğretiminde karşılaşılan kavram yanlışlarının giderilmesinde, modele dayalı etkinliklerin etkisi açıklanmıştır.

2.1. Fen Öğrenimi ve Öğretimi

Bilim ve teknolojide meydana gelen gelişmeler karşısında, ülkeler yaşam koşullarına uyum sağlayabilmek için bir yarış içine girmektedir. Ülkelerin gelişmesinin ve ilerlemesinin temelinde, bilimi ve bilimin etkinlikleri sonucu ortaya çıkan teknolojiyi takip etmek yatmaktadır. Bunun için tüm eğitim düzeylerinde yeni amaçlar, programlar ve öğretim yöntemleri geliştirilmektedir. Nüfusun hızla artması ve değişmesi, gereksinimlerin artmasına ve bir takım sıkıntıların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sıkıntıların üstesinden gelemeyen toplumlar, devamlı gelişme kaydeden ülkelerin gerisinde kalmaktadırlar.

Fen ve Teknolojinin günlük hayatımızdaki etkisi büyüktür ve bu etki her geçen gün biraz daha artmaktadır. Ancak, toplumumuzun büyük bir çoğunluğu bilim ve teknolojide istenilen seviyeye ulaşamamıştır. Bu çoğunluk yaşam biçimlerini etkileyen olaylara karşı duyarsız kalmaktadır. Okullarda verilen fen eğitiminin yetersiz olması, bilim ve teknolojinin egemen olduğu dünyada, yaşam için gerekli bilgi ve becerileri kazanamayan bireylerin yetişmesine neden olmaktadır.

Bilim ve teknolojideki yeni bilgilerin ortaya çıkışındaki hız, bilginin üretilmesinin, bilginin kullanılmasının ve bilgiyi üretenlerin yetiştirilmesinin ne derece önemli olduğunun göstergesidir. Yani, bilim ve teknoloji kavramlarının eğitimle iç içe olduğu anlaşılmaktadır. Bunun için bilim ve teknolojinin hızla ilerlediği dünyamızda, fen eğitimine verilen önem her geçen gün biraz daha artmaktadır. Fen eğitimi, yeni nesilleri araştırmacı bir ruhla yetiştirmeyi amaçlar (Turgut vd., 1997). Bu şekilde teknolojinin geliştirilmesinde rol alan bireyler yetişecektir.

Fen bilimleri insanın, canlı olarak kendisini ve doğal çevresini keşfetmeye yönelik çabaları sonucu ortaya çıkmıştır. İlköğretimde Fen ve Teknoloji eğitimiyle, öğrencilerin içinde yaşadıkları yakın ve uzak çevreyi yaşam, fizik ve yer bilimleri açısından tanımaları amaçlanır. Öğrenciler bilimsel yöntemi kullanarak soru sormayı, araştırma yapmayı, gözlem yapmayı, incelemeyi, hipotez kurmayı, deney yapmayı, veriler toplayıp bunları analiz etmeyi ve sonuçlarla genellemelere varmayı öğrenirler. Bugünkü fen eğitiminin amaçlarından biri, çocukların her zaman sordukları doğaya ilişkin sorularını en etkili biçimde cevaplandırmaktır. İkinci amaç, çocukların devamlı olarak değişen çevreye uyumlarını sağlamaktır. Bu bakımdan, bilim ve teknoloji, hem bireysel olarak bizim ve hem de toplumumuzun refahı için çok önemlidir.

Fen eğitiminin öneminin bilincinde olan ülkeler yoğun bir şekilde çalışarak, fen programında reform hareketlerine başlamışlardır. Ülkemizde uygulanan 2004 fen programı ile toplumdaki her bireyin Fen ve Teknoloji okuryazarı olarak yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Fen ve Teknoloji okuryazarı olan bir kişi, bilimin ve bilimsel bilginin doğasını anlar; temel fen kavram, ilke, yasa ve kuramlarını anlar ve bunları uygun şekillerde kullanır; problemleri çözerken ve karar verirken bilimsel süreç becerilerini kullanır; Fen ve Teknolojinin doğasını; fen, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki etkileşimleri anlar; bilimsel ve teknik psikomotor beceriler geliştirir; bilimsel tutum ve değerlere sahip olduğunu gösterir. Fen ve Teknoloji okuryazarı bireyler, bilgiye ulaşmada ve kullanmada, problemleri çözmede, Fen ve Teknoloji ile ilgili sorunlar hakkında olası riskleri, yararları ve eldeki seçenekleri dikkate alarak karar vermede ve yeni bilgi üretmede daha etkin bir şekilde iş görür.

Tüm vatandaşların Fen ve Teknoloji okuryazarı olarak yetişmesini amaçlayan Fen ve Teknoloji programı'nın genel amaçları aşağıda sunulmuştur:

Öğrencilerin;

- Doğal dünyayı öğrenmeleri ve anlamaları, bunun düşünsel zenginliği ile heyecanını yaşamalarını sağlamak,
- Her sınıf düzeyinde bilimsel ve teknolojik gelişme ile olaylara merak duygusu geliştirmelerini teşvik etmek,
- Fen ve Teknolojinin doğasını; fen, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki karşılıklı etkileşimleri anlamalarını sağlamak,
- Araştırma, okuma ve tartışma aracılığıyla yeni bilgileri yapılandırma becerilerini kazanmalarını sağlamak,
- Yaşamlarının sonraki dönemlerinde eğitim ile meslek seçimi gibi konularda, Fen ve Teknolojiye dayalı meslekler hakkında bilgi, deneyim, ilgi geliştirmelerini sağlayabilecek alt yapıyı oluşturmak,
- Öğrenmeyi öğrenmelerini ve bu sayede mesleklerin değişen mahiyetine ayak uydurabilecek kapasiteyi geliştirmelerini sağlamak,
- Karşılaşılabileceği alışılmadık durumlarda, yeni bilgi elde etme ile problem çözmede Fen ve Teknolojiyi kullanmalarını sağlamak,
- Kişisel kararlar verirken uygun bilimsel süreç ve ilkeleri kullanmalarını sağlamak,
- Fen ve Teknolojiyle ilgili sosyal, ekonomik, etik, kişisel sağlık, çevre sorunlarını fark etmelerini, bunlarla ilgili sorumluluk taşımalarını ve bilinçli kararlar vermelerini sağlamak,

- Bilmeye ve anlamaya istekli olma, sorgulama, doğal çevrelere değer verme, mantığa değer verme, eylemlerin sonuçlarını düşünme gibi bilimsel değerlere sahip olmalarını, toplum ve çevreyle etkileşirken bu değerlere uygun bir şekilde hareket etmelerini sağlamak,

- Meslek yaşamlarında bilgi, anlayış ve becerilerini kullanarak ekonomik verimliliklerini arttırmalarını sağlamaktır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005b).

Toplumlarda kalkınmanın sağlanabilmesi için bireylerin en azından okuryazarlık düzeyinde fen eğitimi almış olması gerekmektedir. Fen okuryazarı olan bireyler temel fen kavramlarını anlar ve bunları uygun şekilde kullanır. Bu kavramların, tam ve doğru olarak öğrenilmesi daha ileri seviyedeki fen konularının anlaşılmasında kolaylık sağlar. Fen bilimlerinin ve kimyanın en temel kavramlarından birisi de atomdur. Atom kavramının, bilimsel görüşlere uygun ve etkin bir şekilde anlaşılmasının, diğer kimyasal kavramların öğrenilmesinde de temel oluşturduğu fen eğitimcileri tarafından kabul edilmektedir (Anderson, 1986). Dolayısıyla bu kavramla ilgili olarak öğrencilerde oluşturulan bilimsel doğrular, diğer kimya kavramlarının da bu öğrenciler tarafından daha kolay ve anlamlı bir biçimde algılanmasını sağlayacaktır.

2.2. Maddenin Parçacıklı Yapısı ile İlgili Tarihsel Gelişim Süreci ve Atom Modelleri

Maddenin temelde atom adı verilen çok küçük parçacıklardan oluştuğu kavramı eski Yunanlılara kadar uzanır. Milattan önce beşinci yüzyılda Leucippus ve Democritus maddenin sonsuz küçük parçacıklara ayrılamayacağını öne sürdüler. Onlar, bir madde daha küçük parçalara bölünmeye devam edilirse, en sonunda atom denen bölünemeyen taneciklerin meydana geleceğine inanıyorlardı. Atom sözcüğü Yunanca'da "bölünemez" anlamına gelen atomos sözcüğünden türetilmiştir. Eski Yunan atom kuramları planlı deneylere dayanmıyordu. Bunun için yaklaşık 2000 yıllık bir zaman sürecinde, atom kuramı sadece tartışılmaktan öteye gidemedi (Mortimer, 1993: 21-22).

Bugün bilebildiğimiz kadarıyla, atomların davranış biçimleriyle ilgili her türlü ayrıntı atom modelleriyle kesin bir şekilde açıklanabilmektedir. Tarihsel gelişim sürecinde, atomla ilgili modeller sürekli gelişim göstermiştir. Atomla ilgili ilk olarak

1805'te Dalton Atom Modeli ileri sürülmüştür. Dalton Atom Modeli temel alınarak diğer modeller geliştirilmiş ve bugün bilim çevrelerince kabul edilen Modern Atom Modeli'ne ulaşılmıştır.

2.2.1. Dalton Atom Modeli

Dalton eski Yunanlı filozofların atom ile ilgili düşüncelerinde yer almayan atom ile element arasındaki bağı kurmuş ve elementlerin atomlardan oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca bir elementin bütün atomlarının birbiri ile aynı olduğunu öne sürmüştür. Dalton'a göre atomlar bir araya gelerek daha büyük parçacıklar olan molekülleri oluşturmaktadır. Eski Yunanlı filozofların düşüncelerinden etkilenerek atomların bölünemeyeceğini, yapılamayacağını ve ortadan kaldırılamayacağını belirtmiştir. Dalton, atom modelinin şeklini içi dolu küre olarak göstermiştir. John Dalton (1766-1844) “atomun varlığının kanıtları” olarak temel birleşme yasalarını göstermiştir. Bunlar kütle korunumu, sabit oranlar ve katlı oranlar yasası adıyla bilinir. 19. yüzyıl, aslında atomla açılmıştır. John Dalton, 1803-1808 arasında atomun varlığının kanıtlarını açıklamış ve bilimsel anlamdaki ilk atom kuramını geliştirmiştir. Dalton, kimyasal tepkimelerdeki kütle korunumu, bileşiklerin oluşmasında sabit kütle oranının varlığı, katlı oran yasası gibi deneysel sonuçları başarıyla yorumlayarak, bu sonuçların (yasaların) ancak atomun varlığıyla kavranabileceğini göstermiştir (Mortimer, 1993).

Kimyanın gelişmesine Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794)'in ağırlık ve hacim yasalarını açıklaması hız kazandırmıştır. O dönem, kimyasal maddelerin birçok fiziksel özelliğinin (yoğunluk vb.) ölçülebildiği ve pek çok kimyacı ve fizikçinin bu bağlamda katkı koyduğu bir dönemdir (Gay-Lussac, Davy, Faraday, Berzélius,...v.b.). Claude Louis Berthollet (1748-1822), 1803 yılında bir tepkimenin hangi yönde gerçekleşeceğini belirleyen kuralları ortaya koymuştur. Bu bağlamda denge kavramını tanımlamış, fakat alaşımlar üzerine yaptığı bir çalışmada kimyasal karışım ile kimyasal birleşme kavramlarını karıştırmıştır. O'na göre saf bir madde sabit bir bileşimde olamaz. Ancak iki sınır bileşim arasında değişim gösterir (Bu fikir Lavoisier'in tek bir bileşik, tek bir yapı kavramının tersidir). Joseph Louis Proust (1754 -1826), oksitler ve sülfürler üzerine çalışarak saf bir maddenin bileşiminin sabit olacağına ısrar etmiştir. John Dalton (1766-1844) ile 10 yıl süren tartışmalar sonunda kimyasal analiz ciddi biçimde başlamış, Lavoisier'in tartma tekniği sayesinde “saf bir bileşiğin tek bir kaba

formülü vardır” fikrinde birleşme sağlanmıştır. Tartma yöntemi, tek kimyasal analiz yöntemi olarak uzun yıllar varlığını korumuştur (Petrucci, Harwood & Herring, 2000).

Dalton katlı oranlar yasasını bilim dünyasına duyurarak Proust’un teorisine dayalı kendi atom teorisini ortaya atmıştır. $NxOy$ gazlarını analiz eden Dalton, bataklik gazı metanı ve etileni bulmuş ve “her maddenin sonsuz küçük ama aynı olan parçacıklardan oluştuğunu” söylemiştir. Bu parçacıklar parçalanamaz, birbirinin eşdeğeridir ancak bir maddeden diğerine farklılık gösterir. Kimyasal tepkime bileşiklerdeki atomların durumunu açıklamada önemli bir süreç olmuştur. Bu bağlamda her atoma bir sembol verilerek, moleküller ve formüller aşağıdaki örneklerdeki gibi basit biçimde gösterilmeye başlanmıştır: Su: OH ; Amonyak: NH ; Etilen: CH ; Metan: CH_2 . Öte yandan iki atom arasında ikili ve üçlü birçok kombinasyon kurulabileceği ortaya atılmıştır. Katlı oranlar ve sabit oranlar yasaları şekillenmeye başlamıştır. John Dalton, 1803’te katlı oranlar yasasını bulmuştur. “İki element birden fazla bileşik oluşturabilir. Oluşan bu farklı bileşiklerde elementlerden birinin kütlesi sabitleştirilirken, diğer elementin kütleleri arasında küçük ve tamsayılarla ifade edilen katlı bir oran vardır”. Bu yasa sabit oranlar yasasının atomik oran düşüncesine daha kesin bir destek vermektedir. İki element arasında iki ve daha çok bileşik oluşuyorsa, elementlerden birinin kütlesi sabit tutulduğunda onunla birleşen ikinci elementin kütleleri arasında basit tam sayılı bir oran vardır. Buradaki kütle terimleri atomları anlatmaktadır. “Basit, tam sayılar” atomların oranıdır.

İşte Dalton’ un vardığı sonuçlar:

1. Her element atom adı verilen çok küçük ve bölünemeyen taneciklerden oluşmuştur. Atomlar kimyasal tepkimelerde oluşamaz ve bölünemez.
2. Bir elementin bütün atomlarının kütlesi (ağırlığı) ve diğer özellikleri aynıdır. Fakat bir elementin atomları diğer bütün elementlerin atomlarından farklıdır.
3. Kimyasal bir bileşik iki ya da daha çok sayıda elementin basit sayısal bir oranda birleşmesiyle oluşur. Örneğin bir atom A ve bir atom B, AB ya da bir atom A ile iki atom B yani AB_2 (Petrucci et al., 2000: 36).

Dalton'un ortaya attığı atom kuramı modern kimyanın da temelini oluşturmaktadır. Antik çağlardan beri süregelen atom kuramı, atomun bölünemezliğini kabul ettiği için atomdan daha küçük bir parçacığın, atom altı parçacıkların olabileceğine ihtimal vermemiştir. Zaman içerisinde yapılan deneyler ve bilimsel araştırmalar atomun da alt parçacıkları olduğunu göstermiştir. Sırasıyla elektron, proton ve nötron keşfedilmiştir. Bu parçacıklar sayesinde atomun pozitif ve negatif elektrik yükü ve kütlesi üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Dalton'un ortaya koyduğu aynı elemente ait atomların “aynı” olduğu fikri, aynı elemente ait farklı atomların bulunmasıyla çürütülmüştür.

2.2.2. Thomson Atom Modeli

Yirminci yüzyıl, tüm atomların birkaç temel parçacıktan oluştuğunu göstermiştir. Bu yüzyılın ikinci yarısından itibaren proton ve nötronun da atomun temel yapıtaşlarından olduğu kanıtlanmıştır. Joseph John Thomson (1856-1940) 1897 yılında atomun içerisinde küçük kütleler halinde negatif yüklü parçacıkların bulunduğunu göstermiştir. Bu parçalara “elektron” adını vermiştir. Elektronların keşfinden sonra, atomun şeklinin nasıl olduğunu açıklamak için, bilim dünyasında yeni bir atom modelinin varlığına gereksinim olmuştur. Atomların yüksüz olması ve elektronların negatif yüklü olması, atomda elektrik yüklerini dengeleyen pozitif yüklü parçacıkların olmasını gerektirmektedir. Thomson atomu küre şeklinde düşünmüş, pozitif ve negatif yüklerin küre içerisinde elektriksel yükleri dengeleyecek şekilde dağılması gerektiğini belirtmiştir. Thomson atom modeli kaynaklarda “üzümlü kek modeli” ya da “erikli muhallebi modeli” olarak da adlandırılmaktadır (Mortimer, 1993).

Thomson,deşarj (elektriksel boşalım) tüplerinde yayılan katot ışınlarının özelliklerini incelemek üzere bir deney düzeneği tasarlamıştır. Hazırladığı düzenekte, elektriksel kuvvetler, paralel duran yüklü levhalar tarafından üretilmiştir. Havası alınan bu tüplerde yüksek gerilim altında katottan anoda doğru yayılan bu ışınlar, elektrik ve manyetik alanda da pozitif kutbun etkisinde kalarak sapmaya uğramıştır. Katot ışınları, bilindiği gibi negatif elektrikle yüklüdür. Thomson, bu ışınların sapmalarından yararlanarak yük/kütle oranlarını hesaplamış, bu oranın, iyonların ölçülen yük/kütle oranlarına göre çok büyük olduğunu görmüştür. Bu sonuca göre katot ışını birimleri negatif yüklü, çok küçük kütleli atom içi parçacıklardır. Ayrıca katot ışını

parçacıklarının kütle/yük oranının değeri ölçülme koşullarının hiçbirine bağlı değildir. Atomda negatif yüklü elektronların olduğu ve içinde pozitif yükün düzgün olarak dağıldığı maddesel küreler olduğunu önermiştir. Deneyinin sonucuna göre bu olgu normal karşılanmıştır. Thomson, bunu üzümlü keke benzetmiştir. Kekin bütünü atom olarak düşünüldüğünde, üzümler elektronu simgelemektedir (Petrucci et al., 2000).

2.2.3. Rutherford Atom Modeli

Atomlar elektrik yükü bakımından nötral olduklarından, bir atomun içerdiği proton sayısı elektron sayısına eşit olmalıdır. Atomun toplam kütesini açıklayabilmek için 1920’de Ernest Rutherford atomda yüksüz bir taneciğin var olduğunu savundu. Bu tanecik yüksüz olduğundan onu incelemek ve tanımlamak zordu. Fakat 1932’de James Chadwick nötronun varlığını kanıtlayan çalışmalarının sonuçlarını yayınladı. Chadwick nötronların oluştuğu bazı nükleer tepkimelerin verilerinden nötronun kütesini hesaplayabildi. Bu tepkimelerde kullanılan ve oluşan bütün taneciklerin kütlelerini ve enerjilerini göz önüne alarak, Chadwick nötronun kütesini saptadı. Bu kütle protonun kütesinden biraz daha büyüktü. Nötronun kütesi $1,6749 \times 10^{-24}$ g protonun ki ise $1,6726 \times 10^{-24}$ g’dir. Günümüzde daha birçok atom-altı tanecik bulunmuştur. Fakat bu taneciklerin atom yapısı ile olan ilişkisi çok iyi bilinmemektedir. Kimyasal çalışmalar için atomun yapısı elektron, proton ve nötronun varlığına dayanarak yeterince açıklığa kavuşmuştur (Mortimer, 1993: 29).

Bazı atomlar, atom-altı taneciklerin kararsız bileşimleridir. Bu tür atomlar kendiliklerinden ışınlar saçarak değişik kimlikte atomlara dönüşürler. Radyoaktivite adı verilen bu olay 1896’da Henri Becquerel tarafından bulunmuştur. Bundan sonraki yıllarda Ernest Rutherford, doğada bulunan radyoaktif maddelerin yayınladığı üç tür ışının özelliklerini saptadı. 1911’de Rutherford atomun yapısını incelemek için α -taneciklerini kullandığı deneylerinin sonuçlarını açıkladı. Bu deneylerde α -tanecikleri ince bir demet halinde altın, platin, gümüş veya bakırdan yapılmış çok ince bir metal levhaya gönderildi. α -taneciklerinin çoğu kullanılan metal levhadan geçtiler, bazıları doğrusal yöndeki yollarından saparak ilerlediler, birkaçı ise gerisin geri döndü. Rutherford bu deneylerinin sonuçlarını atomun merkezinde bir çekirdeğin var olduğunu önererek açıkladı. Böylece atom kütesinin çoğunun ve artı yükün tümünün atomun çekirdeğinde yoğunlaştığı anlaşılmıştır. Atomun toplam hacminin çoğunu kaplayan

elektronlar ise çekirdeğin dışında olup onun etrafında hızlı hareket halindedirler. Rutherford atom modeli kaynaklarda Güneş Sistemine benzetilmektedir. Çekirdek Güneş'e, çekirdek çevresinde bulunan elektronlar gezegenlere benzetilmiştir (Mortimer, 1993: 28).

Rutherford atom modelinin boyutlarını da kavramak önemlidir. Eğer bir atomun çekirdeği bir tenis topu büyüklüğünde olsaydı bu atomun çapı 1,5 km olurdu. Atom hacminin büyük bir kısmı boşluk olduğundan, α -taneciklerinin çoğu hedef olarak kullanılan metal levhalardan hiçbir sapmaya uğramadan geçerler. Elektronlar α -taneciklerinden çok daha hafif olduklarından, hızla hareket eden bu tanecikleri saptıramazlar. Artı yüklü α -taneciği artı yüklü çekirdeğin yakınından geçtiğinde çekirdek tarafından itilir ve yolundan saptırılır. Bazı çok nadir hallerde de α -taneciği çekirdeğe çarpar ve gerisin geri kaynağına doğru döner (Mortimer, 1993: 29).

Rutherford, atom modelinde elektronların yapısını klasik mekanik ile açıklamıştır. Klasik mekanik kurallarının atomun elektronlarının hareketini açıklamakta yetersiz kaldığı başlıca noktalar şunlardır:

1. Eğer elektronlar sabit ise, negatif ve pozitif yüklü parçacıklar arasındaki çekim kuvvetinden dolayı elektronların çekirdeğe düşmesi gerekir.
2. Eğer elektronlar dairesel hareket yapıyorlarsa, klasik mekaniğin hesaplarına göre enerji kaybetmeleri gerekir yani bir süre sonra çekirdeğe düşecektir (Petrucci et al., 2000: 42).

2.2.4. Bohr Atom Modeli

Bohr, Rutherford'un atomun yapısını açıklamada yetersiz kalan kimi yanlarını belirleyerek, daha geçerli olacağını düşündüğü kendi atom modelini açıklamıştır. Bohr atomun yapısını açıklamak için Planck'ın üzerinde çalıştığı atomik spektrumu geliştirmiştir. Elektronların çekirdek çevresinde rastgele dairesel bir yörüngede değil de belli enerjiye sahip olan dairesel yörüngelerde bulunabileceğini düşünmüştür. Bu yörüngelere enerji seviyesi denir. Elektronlar bulundukları enerji seviyesinin enerjisine sahiptirler. Niels Bohr kuantum teorisinin geliştirilmesine en çok katkısı olan kişilerdendir. Heisenberg, Schrödinger ve Dirac 1920'li yıllarda kuantum mekaniğinin

detaylıca geliştirilmiş bir şeklini sunmadan, 1913 yılında, Bohr, Rutherford'un Güneş Sistemine benzeyen atom modeli yerine kendi atom modelini önermiştir. Rutherford'un Güneş Sistemine benzeyen atom modelinde, neden elektronların çekirdeğin üzerine düşmediği gibi sorular cevaplanamamaktadır. Bohr, zannedildiği gibi elektronların sürekli olarak radyasyon yaymadıkları için çekirdeğe düşmediklerini söylemiştir. Radyasyon yaydıklarında ise "kuantalar" şeklindedir. Bohr, atomlarda farklı yörüngeler -enerji düzeyleri- bulunduğunu, elektronların bu yörüngeler arasında "sıçradığını", bu sıçramalar sonucunda radyasyonun "kuantalar" şeklinde verildiğini söylemiştir. Bohr kuramı hidrojen atomunun spektrumunu başarıyla açıkladığı halde, birden fazla elektron içeren atomların spektrumlarını açıklamada yetersiz kalmıştır (Mortimer, 1993: 38).

Bohr'un modeli -sınırlılıklarına rağmen- kimyada atomların nasıl etkileşime girdiklerini ve molekülleri oluşturduklarını gösterebildiği için başarılıdır. Kimyasal reaksiyonlar atomlar arasında elektron paylaşımı veya değişimi olarak açıklanmaktadır. Thomson atom modelinde elektronlar çekirdekte bulunduğu için hareket edemediğini, Rutherford ise elektronların durgun olamayacağını söylemiştir. Atomik yapı problemi ilgisini çekmiş olan Niels Bohr (1885-1962), klasik fiziğin bazı kurallarını bırakarak onun yerine atomik yapı problemine Max Planck'ın ve Albert Einstein'ın kuantum kuramını uygulamıştır. Kısaca, çekirdek etrafındaki yörüngelerdeki elektronların ışık yaymadıklarını ve atomların yaydığı ışığın bir başka fiziksel yapının sonucu olduğunu varsaymıştır. Bohr, Planck'ın enerjinin kuantlaşması fikrinin, elektronlar için ancak belli yörüngelerde mümkün olduğu anlamına geldiğini göstermiştir. Atomların kararlılığını açıklamak için Bohr, yörüngedeki elektronun onun altına düşemeyeceği en düşük enerjili yörünge konusunda bir önermede bulunmuştur: bir elektron daha yüksek bir yörüngeden, daha alçağına düşerken, böylece enerji kaybederken, bu elektronu taşıyan atom ışık yayar, bu da kaybedilen enerjiyi taşır. Belli elektron yörüngelerine izin verildiği için, elektronların yörüngeler arasında yalnız belli sıçramalar olabilmektedir ve yayılan ışığın enerjisi kuantlaşır. Işığın enerjisi rengi ile bağlantılı olduğu için, atomlar tarafından ancak belli renklerde ışık yayılabilir. Bu şekilde Bohr'un atom modeli, spektrum çizgilerinin varlığını açıklamaktadır. Bir elektron, atomdaki yörüngelerde sıçrarken, belli bir titreşimi veya rengi olan ışık yayılması olur. Bu da kesintili ışık tayfinin kaynağıdır (Mortimer, 1993).

Bohr fikirlerini, en basit atoma, hidrojene uygulamıştır. Basit bir atom incelemek avantajlıdır, çünkü elektronun izin verilen yörüngeleri kesin olarak hesaplanabilir. Bu nedenle de hidrojenden çıkan ışık tayfı belirlenebilir. Hidrojen atomuna uygulandığı kadarıyla Bohr kuramının temel fikirleri şöyledir:

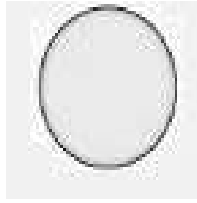
1. Elektron, protonun çevresinde Coulomb çekim kuvvetinin etkisi altında dairesel bir yörüngede hareket eder.
2. Atomda yalnızca belirli yörüngeler karardır. Bu kararlı yörüngeler, elektronun ışıma yapmadığı yörüngelerdir.
3. Işık yaymayan atom, yani en düşük enerjili atom için temel durumdaki atom nitelemesi yapılır. Enerji almış bir atoma ise uyarılmış atom denir. Uyarılmış atomlar, temel duruma geçerken ışık yayarlar.
4. Elektron yörüngesinin izin verilen büyüklüğü, elektron $n=1, 2, 3, 4...$ gibi özel tamsayılarla gösterilen baş kuantum sayılı enerji düzeylerinde bulunabilir (Mortimer, 1993).

2.2.5. Modern Atom Modeli

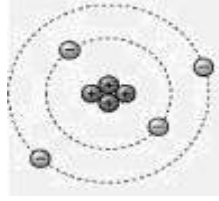
Şu anda bilim çevreleri tarafından kabul edilen ve kullanılan atom modeli, modern atom modelidir. Modern atom modeline göre, elektronlar çok küçük tanecikler oldukları için yerleri kesin olarak bilinemez. Elektronların bulundukları yerler tam olarak bilinmediği için, elektronların bulunma ihtimalinin yüksek olduğu bölgeler bulunmaktadır ve bu bölgelere orbital adı verilir. Bir orbitalde en fazla iki elektron bulunabilir ve orbitaller s, p, d, f orbitalleri olarak gruplandırılmaktadır. Modern atom modeli, bütünüyle kuantum kuramını temel almaktadır. Elektron, bulunduğu zaman tümüyle bir parçacık olarak düşünülmesine rağmen, aynı zamanda bir dalga özelliği taşıdığı anlaşılmıştır. Niels Bohr, elektronların her enerjiyi değil, belirli enerjileri alabildiğini benimseyerek yeni atom kuramını geliştirmiş, çok elektronlu atomların karmaşık tayf çizgilerini ise açıklayamamıştır. Bir elektrik alan, bir atomun tayf çizgilerini, değişik frekanslarda, birkaç çizgiye daha ayırır (Stark Olayı). Bu da Bohr kuramı için bir bilinmezlik oluşturmıştır. Atomların ışıması bir manyetik alan içinde incelendiği zaman oluşan tayf çizgilerinin her birinin bir kaç çizgiye ayrılması olayına “yarılma” denir. Çizgilerin ayrıklığı manyetik alanın şiddetine bağlıdır. Bir manyetik

alandayf çizgilerinin yarılmasy olayını 1896'da Hollandalı fizikçi Pieter Zeeman (1865-1943) keşfetmiştir (Mortimer, 1993).

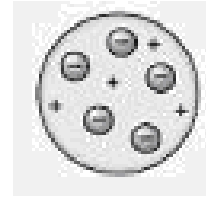
Tarihsel gelişim sürecinde atom modelleri aşağıda Şekil 2.1'de sunulmuştur.



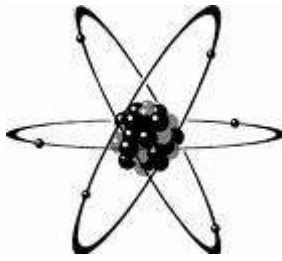
Dalton Atom Modeli



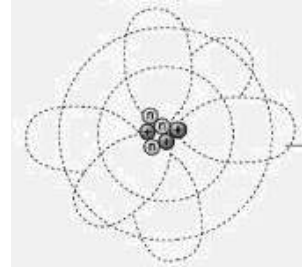
Thomson Atom Modeli



Rutherford Atom Modeli



Bohr Atom Modeli



Modern Atom Modeli

Şekil 2.1. Tarihsel gelişim sürecinde atom modelleri

2.3. Kavram Nedir?

Kavram, obje ya da olgulara ait insan zihninde beliren ortak özelliklerin bütününe ifade eden sözcüklere denir. Örneğin ortak özellikleri yapraklar, dallar, kökler olan şeyler insanlar tarafından ağaç olarak isimlendirilir. Kavramlar objelerin ya da olguların direkt gözlemlenen ya da dolaylı olarak algılanan özelliklerinden oluşurlar. Doğrudan gözlemlenen özellikler somuttur ve genellikle fiziksel özellikler anlamına gelir. Dolaylı olarak algılanan özellikler ise soyuttur ve anlamları ifade eder (Ülgen, 2004).

Kavramlar soyut ve somut kavram olarak ifade edilebilirler. Somut kavramlar, deneyimlerle öğrenilirken, soyut kavramlar deneyimin ötesine gidilerek, mantıksal ve çıkarımsal sonuçlara dayanılarak öğrenilir. Kavramlar, önermelerin bir bütünü olarak

düşünülebilir. Bir önerme örneği olarak; “Bir atom çekirdek içerir” ifadesi verilebilir (Nakhleh, 1992).

2.4. Kavram Geliştirme Süreçleri

Kavram geliştirme süreçlerini genelleme, ayırım, tümevarım, tanımlama ve tümdengelim süreci olmak üzere beş kısma ayırabiliriz (Turgut vd., 1997).

a) Genelleme süreci: İnsanlar kavramlarını, önceden edindiği deneyimlerinden ve gözlemlerinden yola çıkarak edinir. Örneğin çocuk bir tek kuş görmüş olsaydı, kuş kavramını geliştiremezdi. Fakat çocuk birçok kuşu gözledikten sonra, onların ortak özellikleri olan, tüylü ve kanatlı olmak, uçmak, yumurtlayarak üremek gibi niteliklerden genellemeye varırsa zihninde kuş kavramı oluşur. Genelleme, gereğinden fazla ve gereğinden az yapılmamalıdır, aksi takdirde hata oluşur. Örneğin çocuk kuşların bazılarının uçtuğunu varsayarak, devekuşunu kuş olarak belirtmezse gereğinden az genelleme yapmış olur. Çocuk kuşların hepsinin uçtuğunu varsayarak, yarasayı kuş olarak belirtirse, gereğinden fazla genelleme yapmış olur.

b) Ayırım süreci: Genellemenin tersi bir süreçtir. Varlıkların ve olayların birbirine benzemeyen özelliklerini dikkate alarak kavram geliştirilir. Örneğin, portakal ve mandalınanın birbirine benzerlikleri yanında, koku, renk, tat, büyüklük ve şekil gibi özelliklerinde farklılıklar vardır. Çocuk mandalınaya ait olup, portakala ait olmayan bir özelliği gördüğünde mandalınayı ayırır ve mandalina kavramını geliştirir.

c) Tümevarım süreci: Kavram geliştirmede kullanılan süreçlerden birisi olan tümevarım süreci, özel halleri inceleyerek onlardan genel hallere gitme sürecidir.

d) Tanımlama süreci: Bilinmeyen bir kavramı tanımlama, onu bilinen diğer kavramlarla anlatma demektir. Tanımlar yanlış olursa, kavram geliştirme sürecinde hataya düşülür. Örneğin penguenleri dışarıda bırakan kuş tanımı gereğinden az genellendiği için, içine alan bir kuş tanımı ise kategoriye dahil olmaması gereken bir elemanı kapsadığı için hatalıdır.

e) Tümdengelim süreci: Genel hallerden özel hallere inen bir düşünme sistemidir. Bu süreçte kavram önce sınıfta değişik yöntem ve tekniklerle verilir. Daha sonra laboratuvar ortamında somut materyallerle bu kavramların ispatı yapılır.

2.5. Fen ve Teknoloji Eğitiminde Kavram Yanılgıları

Öğrencilerin sahip olduğu yanlış kavramlar veya ön kavramlar, onların Fen ve Teknoloji dersi içinde yer alan kimya konularını öğrenmelerinin önünde engeller yaratır (Nakhleh, 1992). Bu nedenle öğrencilerin sahip olduğu ön kavramlarında, yanlış kavramaların bulunabileceği, sahip olduğu yanlış kavramaların öğretmen tarafından tespit edilmesi, eğitim ve öğretimin bu yanlış kavramaları ortadan kaldıracak aktivitelerle desteklenmesi, eğitimin kalitesinin artırılması ve öğrencinin anlamlı öğrenmesi için gereklidir.

Kavram yanılgıları, öğrencilerde olan tutarlı fikirlerdir ve yaygın olarak doğrulanan bir kavramın bilimsel anlamından genellikle farklıdır (Nakhleh, 1992). Öğretmen, kavramsal değişime açık olunmasını sağlamak ve bilimsel olmayan kavram yanılgılarını gidermek için, var olan fikirlerle yeni bilgi arasında bir uyumsuzluk oluşturmalıdır. Bu şekilde öğrenci o konu hakkında anlamlı bir kavrayış geliştirebilir.

Son yıllarda fen bilimleri eğitimi literatürleri, öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarındaki zorluklar ile ilgili tanımları, açıklamaları, iyileştirme ve düzeltme yollarını arayan araştırma raporlarıyla doludur.

Yapılan çalışmalarda, öğrencilerin kavramları zihinlerinde doğru ya da istenilenin dışında yapılandırmalarına bağlı olarak; “yanlış anlamalar”, “alternatif yapılar”, “sezgisel yargılar”, “ön kavramlar”, “doğal muhakeme (kendiliğinden sonuçlandırma)”, “öğrencilerin anladıkları fen bilimleri” ve “saf inanışlar” terimlerinin kullanıldığı görülmektedir (Griffiths & Preston, 1992). Ancak, bu çalışmada yanlış anlamalar, alternatif yapılar, sezgisel yargılar, ön kavramlar ya da saf inanışlar yerine kavram yanılgısı terimi “bilimsel olarak doğru olmayan ama, bireylerin kendilerine has biçimde anlamaştırdıkları kavramlar” tanımının karşılığı olarak kullanılmıştır.

Kavram öğretiminde geleneksel yöntemde, öğretmen aşağıdaki sırayı izlemektedir (Gürdal, Şahin ve Çağlar, 2001);

1. Öğrenciye kavramı ifade eden sözcüğü verme.
2. Kavramın sözel tanımını verme.
3. Tanımın anlaşılması için kavram tanımlayıcı ve ayırt edici nitelikleri belirtme.
4. Öğrencinin kavrama dahil olan ve dahil olmayan örnekler bulmasını sağlama.

Kavramların anlamlı öğrenilmesi için:

1. Öğrencinin o konu ile ilgili ön bilgilerinin test edilmesi,
2. Günlük olaylarla ilişki kurulması,
3. Konu ile ilgili laboratuvar çalışmasının yapılması,
4. Öğrenciye basit problemler sorularak öğrencinin çok yönlü düşünmesinin ve sentez yapmasının sağlanması,
5. Kavram haritası ile konunun özetlenmesi gerekmektedir (Gürdal vd., 2001).

Özellikle öğrencilerin çevrelerinden edindikleri yanlış bilgiler, onların doğru kavramı öğrenmesine engel olmaktadır. Öğrencilerin kavramları yanlış öğrenmesinde etkili olan faktörler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

1. Öğretmen ve kitabın seviyesinin, öğrencinin seviyesinde olmadığı durumlarda, öğrencilerin kavramları farklı şekilde algılaması,
2. Öğretmenlerin konular arasında bağlantı kuramaması,
3. Öğretmenlerin kavramları yanlış öğrenmeleri,
4. Öğretmenlerin kavramlara uygun öğretim teknik ve yöntemleri kullanmaması,
5. Öğrencilerin derse aktif katılımının sağlanmaması,
6. Kavramlarla günlük hayat arasında bağlantı kurulamamasıdır.

2.6. Kavram Yanılgılarının Çeşitleri

Öğrencilerde var olan yanlış kavramlar kaynaklarına göre şöyle sınıflandırılmaktadır (Committee of Undergraduate Science Education, 1990):

1. Önyargılara dayalı kavramlar: Günlük hayat tecrübelerinde popüler şekilde köksalmış kavramları oluşturur. Örnek olarak, çoğu kişi yerin altındaki suların akış şeklinin, yeryüzündeki akarsular gibi olduğuna inanmaktadır. Bu şekildeki kanılar, “ısı”, “enerji” ve “yerçekimi” kavramlarında da yaygındır.

2. Bilimsel olmayan inançlar: Öğrencilerin bilimsel eğitimden farklı olarak, dini veya efsanevi (batıl inançlar) inançlara göre eğitilmesine dayanır. Örneğin, bazı öğrenciler uydurma öğretimlerle yeryüzünün oluşumu ve yaşam formlarının meydana gelmesi ile ilgili bilimsel olmayan kavramlar geliştirirler.

3. Kavramsal yanlış algılamalar: Bilimsel bilgilerin, öğrencilerin zihinlerinde paradokslara engel olacak bir düzende yapılanamaması sonucu kendilerini gösterirler. Öğrenciler, bu karışıklıklarla bir çözüm üretmek amacıyla yanlış ve zayıf modeller geliştirirler. Bunun bir sonucu olarak, öğrenciler, kavramlar hakkında kuşku duyarlar.

4. Bölgesel kavram yanılgıları: Günlük yaşantıda ifade ettiği anlamla, bilimsel alanda ifade ettiği anlamı farklı olan kavram veya kelimelerin kullanılmasıyla ortaya çıkar. Örneğin, birçok kimya dersi almış öğrenci tarafından “kimyasal denge” kavramı, günlük yaşamlarında kullandıkları “terazi dengesi” kavramı ile karıştırılmaktadır. Bu öğrenciler, dinamik bir denge olan kimyasal dengeyi kavrayamamakta ve statik denge durumu ile karıştırdıkları için dengedeki sistemlerde tepkimelerin bittiğini düşünmektedirler.

5. Gerçeğe dayalı kavram yanılgıları: Erken yaşlarda öğrenilen ve yetişkinliğe kadar değişmeden gelen bilgilerden kaynaklanan kavram yanılgılarıdır. Örneğin, ilköğretimde öğrencilere öğretilen “güneş doğudan doğar, batıdan batır” ifadesinde, doğudan doğma ve batıdan batma işini güneşin yaptığı çağrışımı olduğundan, birçok öğrenci tarafından güneşin dünya etrafında döndüğü şeklinde algılanmaktadır.

2.7. Kavram Yanılgılarının Kalıcı Olmasının Nedenleri

Öğrencilerde kavram yanılgıları, lisansüstü eğitim de dahil olmak üzere eğitim ve öğretimin her basamağında oluşabilir. Oluşan bu kavram yanılgılarını ortadan kaldırmak hiç de kolay değildir. Kavram yanılgılarının dirençli ve kalıcı olmasının çok çeşitli sebepleri vardır. Bunlardan bazıları (Yağbasan, Güneş, Özdemir, Temiz, Gülçiçek, Kanlı, Ünsal ve Tunç, 2005):

1. Öğrencilerdeki kavram yanılgıları, hiç bir zaman sınav yaparak, deney yaparak veya ev ödevi vererek düzeltilemez. Öğrenci sahip olduğu kavram yanılgılarını kullanarak, karşılaştığı problemleri çözdüğü veya çözdüğünü düşündüğü sürece kavram yanılgıları zihinde kalmaya devam eder.

2. Öğrenci sahip olduğu yanlış kavram ile yüzleşmediği ve bu bilgi ile açıklayamayacağı olay ve problemlerle karşılaşmadığı sürece zihinde kalmaya devam eder.

3. Ödüllendirilen yanlış kavramlar kalıcıdır. Bazı sınav soruları öyle hazırlanır ki öğrenci kavramlar hakkında yanlış bilgiye sahip olsa dahi doğru cevap verebilir. Bu durumda öğrencinin kavram yanılgıları ödüllendirilmiş olur. Ders kitaplarında da benzer sorular bulunabilmektedir.

4. Birçok kavram yanılgısı analogi veya benzetmelerin gerçek açıklama gibi algılanmasından kaynaklanır. Örneğin, atom gözle görülemeyecek kadar küçük olduğundan, atomun yapısı ilk kez anlatılırken güneş sistemine benzetilir veya somut bir model ile anlatılır. Aksi belirtilmez ise öğrenci atom ile güneş sistemi arasında bire bir ilişki kurabilir ve atomu güneş sisteminin küçültülmüş hali gibi düşünebilir, bu da onlarca yanlış kavramın oluşmasına neden olur. Yapılan araştırmalarda, bazı öğrencilerin atomda çekirdeğe yakın orbitallerde bulunan elektronlar ile dış orbitallerdeki elektronlar arasındaki elektriksel çekim kuvvetinin perdeleme özelliğinin, güneş sistemindeki gezegenler arasındaki evrensel çekim kuvveti için de geçerli olduğunu düşündükleri ortaya çıkarılmıştır. Benzetmeler ve modellemeler yapılırken hedef ile model arasındaki ortak yönler ve ortak olmayan farklı yönler mutlaka belirtilmelidir.

5. Birçok kavram yanlışlığı ise derinliğine inmeyen yüzeysel açıklamalardan kaynaklanmaktadır. Bu yüzeysel açıklamalar ilk bakışta zaman kazancı gibi görünse de aslında öğrenci zihnine ekilen kötülük tohumlarıdır.

2.8. Öğrencilerde Madde Konusuyla İlgili Bulunan Bazı Kavram Yanılgıları

Öğrencilerde madde ve parçacıklı yapısı ile ilgili bulunan kavram yanlışlığı, yurt içinde ve yurt dışında yapılan pek çok araştırmanın konusunu oluşturmuştur. Bu kavram yanlışlığı, aşağıda alt başlıklar halinde ele alınmıştır.

2.8.1. Maddenin Halleri ile İlgili Kavram Yanılgıları

Maddenin halleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerde eksik ya da yanlışlıklılı düşüncelerin ve kavramların bulunduğu ortaya çıkar. Örneğin Lee ve çalışma arkadaşları (1993), 12. sınıf öğrencilerinin madde konusuyla ilgili kavramları açıklarken kullandıkları kavramsal çatıları araştırmışlardır.

Araştırma sırasında öğrencilerden maddenin hallerini tanımlamaları istendiğinde, öğrencilerin açıklamalarının genellikle makroskopik düzeyde olduğu görülmüştür. Örneğin öğrenciler, katılar sert ve ağırdır, sıvılar ıslaktır, gazlar görünemez ve hafiftir gibi açıklamalarda bulunmuşlardır. Gazlar sıkıştırılabilirken sıvıların sıkıştırılamama nedeni sorulduğunda yine öğrencilerden makroskopik düzeyde açıklamalar gelmiştir. Örneğin bazı öğrenciler suyun şırıngayla sıkıştırılamama olayını “su havadan daha serttir”, “su havadan daha ağırdır” ya da “su havadan daha çok madde içerir” gibi nedenlere bağlamışlardır.

Havanın görünemediği için madde olmadığı (hava hiç bir şeydir), gaz olduğu için hafif olduğu, sıvıların ve katıların madde olduğu ve bu nedenle daha ağır olduğu, aynı maddenin giderek ağırlaştığı için sıvı ve katı hale dönüştüğü gibi yaygın kavram yanlışlığı öğrencilerin pek çoğunda gözlenmiştir (Stavy, 1990). Bu da öğrencilerin katı ve sıvı maddeleri gözlemleyebildikleri halde, gaz maddeleri gözlemleyemediklerinden kaynaklanmaktadır. Diğer bir deyişle, öğrenciler gördükleri şeylere inanma ve onları öğrenme eğilimindedirler.

Azizoğlu ve Geban (2004)'ın onuncu sınıf öğrencilerinin gazlar konusundaki kavram yanlışlarını araştırdıkları çalışmada bulunan kavram yanlışları şöyle sıralanabilir: gazların kütlesi yoktur; gazlar soğuduğunda hacim azalmasının nedeni moleküllerin hareketinin azalması değil, moleküller arasındaki çekim gücünün artmasıdır; gaz atomları arasında madde vardır, ısıtılan hava soğuk havadan daha ağırdır, gazlar sıvılarla aynı davranışı gösterirler (akarlar).

Maddenin halleri ile ilgili kavram yanlışlarına verilecek örnekler arasında, gazlı içeceklerin bulundukları şişenin kapağı açıldığında dışarı çıkan baloncukların nedeni de bulunmaktadır. Bu birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Erdem ve çalışma arkadaşları (2004) tarafından, fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencileri ile yapılan araştırmada öğrencilerin bunu açıklarken, bir şişenin kapağı açıldığı zaman baloncukların çıkma nedenini kimyasal bir tepkimenin başlaması, havanın oksijeni ile yavaş yanmanın başlaması gibi yanlışlı ifadelerle açıkladıkları görülmüştür (Erdem, Yılmaz ve Gücüm, 2004).

Benzer olarak kaynama sırasında gözlemlenen kabarcıkların ne olduğu hakkında 6. sınıf öğrencilerinin düşünceleri araştırıldığında, bu kabarcıkların hava olduğu şeklindeki açıklamalar da bulunan sonuçlar arasındadır (Lee et al., 1993). Yeziarski (2003), araştırmasında öğrencilerin çoğunda kaynayan su üzerinde oluşan kabarcıkların oksijen ve hidrojen olduğu, kavram yanlışlığının olduğunu bulmuştur. Öğrencilerin kaynayan sudaki kabarcıkların yapısını anlamaları üzerine yapılan başka bir çalışmada, öğrencilerin kabarcıkların içindeki maddenin hava olduğunu düşündükleri bulunmuştur. 13, 15 ve 17 yaş grubundaki öğrencilerin hava cevabı sırasıyla %15, %16,7 ve %20,5 olarak değişiklik göstermektedir. Öğrencilerle yapılan röportajlar, kabarcıkların içinin boş olduğu ve havanın da boşluğu dolduran bir madde olarak düşünülmesi, kabarcıkların içindeki maddenin hava olarak belirtilmesine sebep olduğunu göstermiştir. Lise son sınıf öğrencisi “su ısıtıldığında tanecikler arası uzaklık artar ve kabarcıklar oluşur. Bu tanecikler arası boşluğu hava doldurur. Bu yüzden kabarcıkların içinde hava vardır” açıklamasını yapmıştır (Boz, 2004). Tanecikler arasında hava bulunduğunun düşünülmesi başka çalışmalarda da belirtilmiştir (Novick & Nussbaum, 1978, 1981). Ayrıca kabarcıkların içindeki maddenin hava olarak düşünülmesinin başka bir sebebi de, günlük hayatta kullanılan hava kabarcıkları terimi olabilir. Yine aynı araştırmada kabarcıkların içindeki maddenin hidrojen ya da oksijen olabileceği de,

özellikle sekizinci ve onbirinci sınıfta okuyan öğrenciler tarafından düşünülmüştür. Aynı kavram yanlışlığı Miller (2008)'ın yaptığı araştırmada da ortaya çıkarılmıştır. Kabarcıkların içindeki maddenin su olabileceği görüşü daha çok 13 yaşındaki öğrenciler arasında yaygın olup, öğrencilerin yaşı arttıkça bu görüşün de azaldığı gözlenmiştir (Boz 2004). Bu çalışmadaki öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlıklarına Osborne ve Cosgrove (1983)'un çalışmasında da rastlanmıştır. Fakat bu çalışmadaki hiçbir öğrenci kabarcıkların içindeki maddeyi ısı olarak düşünmemesine rağmen, Osborne ve Cosgrove (1983)'un çalışmasında bu kavram yanlışlığına rastlanmıştır.

Stavy (1988), İsrail'de gaz kavramıyla ilgili kavram ve kavram yanlışlıklarını tespit etmek için bir araştırma yapmıştır. Bu araştırma ile çocukların her zaman karşılaştığı ve günlük hayattan bildiği gaz kavramının bilimsel anlamından çok uzak olduğunu tespit etmiştir. Araştırma örneklemini, 9-10 yaş seviyesinden 14-15 yaş seviyesine kadar olan 72 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmada mülakat yöntemi kullanılmıştır.

Mülakatın ilk aşamasında öğrencilere CO₂ gazının kütlesi ve bunun sodalı bir su yapısında kullanıldıktan sonraki kütlesi sorulmuştur. İkinci aşamada ise gaz çıkışı öncesi ve sonrasında sodalı suyun kütleleri hakkında sorular sorulmuştur. Her sınıf seviyesinden çoğu öğrencinin “havayı ağırlıksız olarak düşündüğü, çıkan kabarcıkları da gaz veya hava olarak değerlendirdiği” görülmüştür.

Yine öğrencilerde görülen diğer bir kavram yanlışlığı ise “gaz ayrıldıktan sonra suyun kütlesinin artacağıdır” bu cevaba daha çok büyük sınıflarda rastlanırken küçük sınıflarda ise “gazın ağırlıksız olduğu” görüşünün daha yaygın olduğu tespit edilmiştir.

Stavy, çocukların farklı durumlara göre kendilerince birtakım mantıksal düşünceler geliştirip farklı yorumlar yaptığını da tespit etmiştir. Örneğin gazlarla ilgili olarak 3 tip yorum gözlenmiştir. Bunlar;

1. Gazı bir örnekle (hava, buhar, gazlı içeceklerdeki gaz) açıklayanlar
2. Gazı maddenin bir hali olarak algılayanlar
3. Gazı maddenin parçacıklı yapısına uygun olarak yorumlayanlar.

Veri sonuçları, 4. ve 7. sınıflardaki öğrencilerde gaz kavramının gelişmediğini, onların gazı; hava, yemek buharı, içeceklerdeki gaz gibi örneklerle bütünleştirdiklerini göstermiştir. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin gazı, maddenin bir hali olarak, hacmi olan, yayılan, renksiz, kokusuz şekilde genel özellikleriyle ifade ettikleri, 8. ve 9. sınıf öğrencilerinin ise maddenin parçacıklı yapısına uygun olarak açıklama yaptıkları gözlenmiştir. Parçacıklı yapının 7. sınıfta anlatılmış olmasına rağmen, öğrencilerin bu modele uygun açıklama yapmadıkları tespit edilmiştir.

Stavy, hangi sınıf seviyesinde olursa olsun öğrencilerin maddenin parçacıklı modelini gazlarda kullandığını, fakat sıvı ve katılar için bu modeli uygulayamadıklarını gözlemiştir. Bu nedenle öğrencilere madde ve maddenin parçacıklı yapısı anlatılırken, hal değişimi sırasında kütle ve tanecik yapısının değişmeyeceğinin, değişen şeyin taneciklerin kinetik enerjileri, hareketleri, aralarındaki çekim kuvveti ve tanecikler arası boşluklar olduğunun kavratılmasının önemini vurgulamıştır (Stavy, 1988).

Maddenin gaz hali ile ilgili kavram yanlışlarının bulunduğu başka bir çalışmada, öğrencilere sıvı haldeki su molekülleri verilerek buharlaşan sudaki moleküllerin görünümünü seçmeleri istenmiştir. Öğrencilerin çoğu hiçbir taneciğin çizilmediği seçeneği seçmişlerdir (Miller 2008).

Öğrencilere günlük hayatta karşılaştıkları olaylarla ilgili sorular sorulduğunda her zaman yaşanan şeyler olmasına rağmen, bu konularda da kavram yanlışlarının olduğu görülmektedir. Mesela öğrencilere içinde hava molekülleri bulunan balonun ısıtılınca genişlemesinin nedeni sorulduğunda, ilginç kavram yanlışlarının olduğu Erdem ve çalışma arkadaşları (2004) tarafından bulunmuştur. Fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencileri bunun nedenini açıklarken hava moleküllerinin sayısında artma, birim hacme düşen molekül sayısında artma, balonun esnekliğinde artma, havanın yoğunluğundaki artma şeklinde yanlışlı ifadeler kullanmışlardır.

Öğrencilerde sıvılar konusu ile ilgili kavram yanlışları da bulunmaktadır. İlköğretim 4, 5 ve 6. sınıf öğrencilerinin bazıları madde sıvı halden gaz hale geçtiğinde, maddeyi oluşturan taneciklerin sayısının arttığını; bazı öğrenciler ise azaldığını ifade etmişlerdir. Aynı şekilde öğrencilerin bazıları moleküllerin büyüklüklerinin arttığını ya

da azaldığını ifade etmişlerdir (Özmen ve Kenan, 2007). Benzer sonuçlar başka araştırmalarda da elde edilmiştir (Griffiths & Preston, 1992; Lee et al., 1993).

Öğrencilerin çoğu katı halde maddenin tanecikleri arasında boşluk olmadığını, bazıları sıvı halde iken boşluk olmadığını bazıları ise gaz halinde tanecikler arasında az boşluk olduğunu düşünmektedir. Sonuçlar, öğrencilerin maddenin görülebilen makroskopik özelliklerini açıklamak için parçacıklı yapıyı kullanma düzeylerinin yetersiz olduğunu göstermiştir.

Öğrencilerin maddenin büyüklüğü, tanecikler arasındaki uzaklık, taneciklerin hızı ve taneciklerin sayısı gibi özelliklerin, maddenin bulunduğu hale bağlı olarak değiştiğini düşünmeleri de, araştırmada bulunan diğer kavram yanlışlarıdır (Özmen ve Kenan, 2007).

2.8.2. Hal Değişimiyle İlgili Kavram Yanılgıları

Aslında öğrencilerde gözlemlenen en büyük problemlerden biri de, maddeye ait makroskopik özellikleri maddenin taneciklerine (atom, molekül) aktarmalarıdır (Boz, 2006; Lee et al., 1993). Örneğin 6.sınıf öğrencileri su buz halinde iken moleküllerinin donduğunu ya da buzdaki moleküllerin sudakine göre daha soğuk olduğunu belirtmektedirler (Lee et al., 1993). Benzer şekilde Boz (2006) tarafından, 6. 8. ve 11. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada, öğrencilerin hal değişimini açıklarken kullandıkları maddenin parçacıklı yapısına ilişkin düşünceleri açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Burada da öğrencilerin maddeye ait makroskopik özellikleri taneciklere aktardıkları sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin bazı öğrenciler buz -10°C 'den 0°C 'ye ısıtıldığında moleküllerinin eriyeceği açıklamalarını yapmışlardır. Burada öğrencilerin buzun erimesi özelliğini, taneciklerin erimesi şeklinde düşündükleri görülmektedir. Yine öğrencilerde benzer olarak bulunan başka bir kavram yanlışlığı ise taneciklerin erimesi gibi, bir madde ısıtıldığında taneciklerinin de ısınacağı düşüncesidir.

Buzun erimesi ile ilgili bu sonuçlardan farklı olarak öğrenciler, buzun ısıtıldığında sıvı hale gelmesinin nedenini ısıtılan maddelerin genleşmesi, yoğunluğun azalması, kimyasal yapının değişmesi ya da maddenin oksijenle tepkimeye girerek

başka sıvı bir madde oluşması şeklinde kavram yanılgısı içeren ifadelerle açıklamaktadırlar (Erdem vd., 2004).

Haidar (1988)'ın yaptığı araştırmada hal değişimiyle ilgili öğrencilerde var olan kavram yanılgıları şöyle sıralanabilir:

1. Su ısıtıldığında hidrojen ve oksijen molekülleri ayrılır bu da buharlaşmaya neden olur.
2. Suyun üç hali birbirinden kimyasal olarak farklıdır.
3. Bazı öğrenciler suyun üç halinde moleküllerin enerji değişimlerini açıklamalarına rağmen, bazıları enerji değişimlerine bağlı olarak moleküllerin küçüldüğünü ya da büyüdüğünü ifade etmişlerdir. Bu da öğrencilerin atom ve molekül kavramlarını makroskopik boyutta algıladıklarını göstermektedir.
4. Su buharlaştığında moleküller ağırlıklarını kaybeder.
5. Su buharlaşıp gaza dönüştüğünde kütlesi azalır.
6. Katı halde moleküllerin kütlesi daha büyüktür.
7. Su gazdan katıya ya da sıvıya dönüştüğünde taneciklerinin büyüklüğü azalır.
8. Katı halde moleküller daha küçüktür, diğer iki faza göre daha az yer kaplarlar.
9. Su donduğunda genişler ve katı halde moleküller de genişler.

Çocukların donma ile ilgili düşünceleri geniş bir şekilde araştırılmamıştır. Stavy (1990), 6-14 yaşlarındaki öğrencilerin erimenin tersinir olduğunu fark ettiklerini bulmuştur. Fakat bu öğrencilerde erimenin tersinirliği ile ilgili genel bir kavram olmadığını da belirtmiştir. Stavy “erime” ve “donma” kelimelerinin balmumu ve suya nasıl uygulandığından bahsetmiştir. Stavy, su-buz dönüşümünün tüm öğrenciler tarafından kabul edilirken, balmumunun erimesi ve donmasının 10 yaşındaki öğrencilerin yarısı tarafından anlaşılmadığını belirtmiştir.

Öğrencilerin erime ve donmada olduğu gibi, buharlaşma ve yoğunlaşma kavramlarıyla ilgili kavram yanılgıları da vardır. Yapılan bir araştırmada 6.sınıf öğrencilerinin buharlaşma, yoğunlaşma, kaynama sırasında maddenin bileşimini karıştırdıkları görülmüştür. Bunun nedeni olarak da bu üç olayda gözle görülemeyen gazların varlığı gösterilmektedir. Öğrencilerin bazıları madde buharlaşırken onun yok olduğunu belirtmişlerdir. Buradaki en büyük sorunu oluşturan durumlardan birisi de

havadaki su buharının varlığıdır. Buharlaşıma ve yoğunlaşma olaylarının her ikisi de gaz fazını içermektedir. Öğrenciler bu hal değişim olaylarında “hava” terimine odaklanmakta ve su buharının varlığını anlamakta güçlük çekmektedirler. Örneğin bazı öğrenciler “alkol buharlaştığında havaya dönüşür” ya da yoğunlaşma için “hava sıvıya dönüşür” gibi açıklamalar yapmaktadırlar (Lee et al., 1993).

Osborne ve Cosgrove (1983), Yeni Zelanda’daki yaşları 12 ile 17 arasında değişen öğrencilerle yaptıkları araştırmada buzun erimesi, suyun kaynaması, yoğunlaşması ve buharlaşması olaylarını gözlemleyen öğrencilerin, bu hal değişimlerini kavrama düzeylerini belirlemişlerdir. Suyun kaynamasının öğrencilere gösterilerek oluşan kabarcıkların ne olduğu sorulduğunda, öğrencilerin bir kısmı kaynayan suda oluşan kabarcıkların ısı olduğunu, bir kısmı hava olduğunu, bir kısmı ise oksijen ya da hidrojen olduğunu belirtmişlerdir. Oluşan kabarcıkların su buharı olduğu bilimsel kavramını bilen öğrenci sayısı ise çok azdır. Suyun buharlaştırılması olayını gören öğrencilerden bazıları buharın duman olduğunu, bir kısmı su olduğunu, bir kısmı suyun farklı bir şekli olduğunu, bir kısmı da buharın görünmediği için havaya karıştığını ve hava olduğunu belirtmişlerdir.

Çaydanlık içinde kaynayan suyun buharlaşması ve ardından çaydanlık üzerine konan kapaktaki su damlalarının gösterilmesinin ardından, 10-13 yaşındaki öğrencilerin çoğu kapağın terlediğini, ya da sadece nemlendiğini belirtmişlerdir. Bu öğrenciler sıcak havalarda koşma durumunda insanların terlediği gibi kapağın da terlediği açıklamasını yapmışlardır. Öğrencilerin bir kısmı buharın suya dönüştüğünü ifade etmişlerdir ama bu suyun ilk başta çaydanlıkta bulunan sudan farklı olduğunu belirterek, yoğunlaşan suyun tekrar suya dönüşebileceğini ifade edememişlerdir. Kaynayan suda oluşan kabarcıkların hidrojen ve oksijen olduğunu düşünen öğrenciler ise, oksijen ve hidrojenin birleşerek kapakta su oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Benzer kavram yanlışlarına Yezierski (2003) tarafından yapılan araştırmada da rastlanmıştır.

Yine aynı araştırmada, içinde buz olan ve ağzı kapalı olan bir cam kavanozun dış yüzeyinde biriken suyun kaynağının, ne olduğu sorusuna öğrencilerin dört temel açıklama getirdiklerini bulmuşlardır: “Cam suyu oluşturur” (8–15 yaş), “cam soğukluk oluşturur” (12–17 yaş), “soğuk yüzey ile hidrojen ve oksijen suyu oluşturmak üzere

reaksiyona girer” (12–17 yaş), havadaki su cama yapışır” (14–17 yaş) (Osborne & Cosgrove , 1983).

Benzer bir şekilde Miller (2008)’ın araştırmasında öğrencilere yoğunlaşma olayında parçacıklı yapıyı kullanma becerilerini ölçmek için, bir bardak soğuk süt dışarıda bir süre bekletildiğinde bardağın dışının su ile kaplandığı, suyun bardağın dışında nasıl oluştuğu ve bunun nedeni sorulmuştur. Öğrencilerin çoğu süttten buharlaşan suyun bardağın dışında yoğunlaştığı, soğukluğun havadaki hidrojen ve oksijeni birleştirerek bardağın dışında, su oluşmasına yol açtığı şeklinde kavram yanılığı içeren cevaplar vermişlerdir. Laboratuvarda yoğunlaşma etkinlikleri yapılmasına ve günlük hayattan farklı örneklerle tartışılmasına rağmen bu soruda öğrencilerin çoğunun cevabında bir değişim olmamıştır.

Erime ile ilgili kavram yanılığlarının tespit edilmesi için, Osborne ve Cosgrove (1983), bir çay kaşığındaki buzun erimesini 8–17 yaşlarındaki öğrencilere göstermişler ve öğrencilerden burada meydana gelen olaylara yönelik açıklama yapmalarını istemişlerdir. Verilen cevaplar içinde “buzun sadece eridiği ve suya dönüştüğü” cevabı yaygındır. 12–13 yaşlarındaki öğrenciler erimenin “buzun erime noktasının üzerinde meydana geldiğini vurgulamışlardır.

Griffiths ve Preston (1992), yaptıkları çalışmada öğrencilerin hal değişimleri sırasında maddenin kütlelerinin değiştiği ve bu yüzden de molekül büyüklüklerinin de değiştiğini ifade ettiklerini belirtmişlerdir. Bu da öğrencilerin kütlenin korunumu konusunda kavram yanılığlarının olduğunu göstermektedir.

2.8.3. Çözünme İle İlgili Kavram Yanılığları

Öğrenciler günlük hayatta çözünme kavramı ile karşılaşmalarına rağmen, bazen çözünme sırasında maddenin bileşimini anlamamaktadırlar (Lee et al., 1993). Bu nedenle çözünme ile ilgili öğrencilerde var olan bazı kavram yanılığlarından bahsedilebilir (Abraham, Williamson & Westbrook, 1994; Erdem vd., 2004; Lee et al., 1993).

Abraham ve çalışma arkadaşları (1994); ilkokul, lise ve üniversite öğrencilerinin beş farklı kimya konusu ile ilgili kavram yanlışlarını açığa çıkarmak amacıyla yaptıkları araştırmada, şekerin çözünmesi olayını temel almış ve öğrencilere bu olay ile ilgili görüşlerini sormuşlardır. Öğrencilerin, şeker suda çözününce yeni bir kimyasal maddeye dönüştüğünü düşündükleri görülmüştür.

Benzer bir sonuç Erdem ve çalışma arkadaşları (2004) tarafından, yapılan araştırmada da gözlenmiştir. Burada da öğrencilere tuz, şeker gibi maddelerin suda çözünmelerinin nedeni sorulduğunda öğrencilerin, şekerin suyla kimyasal bir tepkimeye girdiğini düşündükleri bulunmuştur. Ahtee ve Varjola (1998)'da yaptıkları araştırmada öğrencilerin büyük bir kısmının karışım ve çözelti oluşumunu kimyasal reaksiyon olarak düşündüklerini bulmuşlardır.

Bazı öğrenciler şeker suda çözününce fiziksel değişme olacağını belirtmekte, bunun nedeni olarak ise şekerin suda ya eriyeceğini ya da buharlaşacağını göstermektedirler (Abraham et al., 1994., Lee et al., 1993). Öğrencilerin bir kısmında ise şeker suda çözündüğünde aslında su içinde genleştiği (Erdem vd., 2004) ya da iyonlaştığı gibi kavram yanlışlarının olduğu da bulunan sonuçlar arasındadır (Abraham et al., 1994; Erdem vd., 2004). Öğrencilerin başka bir kısmı ise, şekerin suya atıldığında görünmeme nedenini şekerin ortamdaki uzaklaşması ya da kaybolması şeklinde açıklamaktadırlar. Şeker suda çözündüğünde suyun içindeki boşlukları doldurduğu, şekerin suyun içinde eriyip suyla karıştığı düşünceleri de öğrencilerde bu konuyla ilgili bulunan diğer kavram yanlışlarıdır.

Çözünme katı ve sıvı arasındaki etkileşimle meydana gelir ancak öğrenciler bu etkileşimi tam olarak anlayamadıkları için, erimeyle çözünme arasındaki farklılıkları ayırt edememektedirler. Örneğin bazı öğrenciler şeker suya atıldığında şekerin suya dönüştüğünü, bazıları ise katı şekerin sıvı şekere dönüştüğünü düşünmektedir. Bunun yanında, daha farklı açıklamalar yapan öğrenciler de vardır. Mesela öğrencilerin bir kısmı şeker suya atıldığında dibe çökeceğini söylemekte ve bunu, şekerin sudan daha ağır olmasına bağladıkları görülmektedir (Abraham et al., 1994; Lee et al., 1993).

Çözünme ile yakından ilişkisi bulunan çözünürlük kavramıyla da ilgili öğrencilerde kavram yanlışları bulunmaktadır. Koray ve çalışma arkadaşları (2007), 9.,

10. ve 11. sınıf öğrencilerinin çözünürlük konusuyla ilgili kavram yanlışlarını tespit etmek için, 300 lise öğrencisiyle bir araştırma yapmışlardır. Örneğin, bazı öğrenciler çaya limon suyu damlatılması olayını çözünme olarak düşünmezlerken, su ve un karışımını çözünme olarak değerlendirmişlerdir (Koray, Akyaz ve Köksal, 2007).

Bazı öğrenciler ise gazların yüksek sıcaklıkta daha çok çözüneceğini düşünmekte ve bu nedenle de soğuk içeceklerde daha az gaz çözüldüğü yanlış kavramını taşımaktadırlar. Benzer olarak bazı öğrencilerde katıların çözünürlüğünün hava basıncına bağlı olarak değişeceği yanlış kavramı bulunmaktadır. Araştırmada ayrıca öğrencilere soğuk sularda daha fazla balık yaşaması, sıcak suda daha fazla şeker çözünmesi, tuzlu suyun kaynama noktasının suya oranla daha fazla olması olaylarının nedeni sorulmuş ve öğrencilerin bu olayları gazların çözünürlüğünün basınçla artması olayı ile açıklayarak, farklı kavram yanlışları taşıdıkları gözlemlenmiştir. Erdem ve çalışma arkadaşları (2004) ise, su kaynarken çıkan kabarcıkların nedenini araştırmış ve öğrencilerin bunu suyun genleşmesi, sıcaklıkla gazların çözünürlüğünün artması ya da azalması gibi nedenlere bağladıklarını görmüşlerdir.

Haidar (1988) yaptığı araştırmada, öğrencilerin çözünme olayını maddenin tanecik boyutunda kavramalarını ölçmek için farklı maddeleri su içinde karıştırarak, uygulamadan sonra öğrencilerin çözünme kavramını tartışmalarını sağlamıştır. Öğrencilerden çözücü ve çözünen molekülleri arasındaki etkileşimi tanecik boyutunda açıklamaları beklenmiştir. Tebeşirin su içindeki çözeltisi elde edilerek, soru sorulduğunda öğrencilerin %15.85'i tebeşir moleküllerinin kabın dibine çökeceğini söylemişlerdir. Çözünme ile ilgili öğrencilere soru sorulduğunda, %65'ten fazlasının kavram yanlışlarına sahip olduğu, %23'ten fazlasının bu kavramı hiç anlamadıkları bulunmuştur. Öğrencilerin bir kısmı şekerli su çözeltisinde, şeker molekülleri ile su moleküllerinin yer değiştirdiğini düşünmektedir. Sonuçlar öğrencilerin çözünme kavramını, karışım süreci olarak düşündüklerini, günlük hayattaki karışımla ilgili makroskopik düşüncelerini çözünme olayında da kullandıklarını göstermiştir. Araştırmada elde edilen kavram yanlışları şöyle sıralanabilir:

1. Şeker tanecikleri su tanecikleriyle karışır.
2. Tebeşir ve su moleküllerinin tümü karışmaz.
3. Su molekülleri tutabildikleri kadar şekerle karışır, bu nedenle fazla şeker dibe çöker.
4. Şeker suda çözününce baz olur ve turnusol kağıdını maviye boyar.
5. Şekerin suda çözünmesi kimyasal bir değişimdir.
6. Su molekülleri şeker moleküllerini kırar ve şeker molekülleri ile birleşir.
7. Tebeşir molekülleri sudaki hidrojen ve oksijenle reaksiyona girmez.
8. Tebeşir molekülleri su molekülleriyle birleşmez, çünkü iki molekül kimyasal olarak birleşemez.
9. Tebeşirin suda çözünmemesinin nedeni, tebeşirin ince yapılı olmasıdır.
10. Tebeşirin hacmi şekerin hacminden büyük olduğu için tebeşir çözünmez.
11. Şeker hala kapta vardır, katıdan sıvıya dönüşmüştür.

Miller (2008) yaptığı araştırmada, öğrencilere 453 gr. tuz, 9060 gr. suda çözüldüğünde çözeltinin kütlesi ne olur? sorusunu sorarak çözeltilerde kütlenin korunumu kavramını ölçmüştür. Toplam kütlenin azalacağı ya da artacağı şeklinde kavram yanılgılarına sahip öğrenciler, laboratuvar etkinliklerinden sonra doğru kavramı geliştirmişlerdir. Öğrencilere 1 litre suda çözünen şeker tanecikleri şekil olarak gösterilmiş ve 1 litre daha su ilave edildiğinde taneciklerin doğru görünümünü bulmaları istenmiştir. Çoğu öğrenci hiçbir taneciğin çizilmediği seçeneği işaretlemiştir.

Şimşek (2009)'ın yaptığı araştırmada 1. sınıf üniversite öğrencilerinin çözeltilerle ilgili kavram yanılgıları ise; şeker çözüldüğünde her bir şeker molekülünün etrafında hidrojen ya da oksijen olacağı, Na_2SO_4 çözüldüğünde 2 Na^+ iyonundan sadece birinin suda çözüneceği, SO_4 iyonunun S ve O elementlerine ayrılacağı şeklinde sıralanabilir.

2.8.4. Maddenin Parçacıklı Yapısı ile İlgili Kavram Yanılgıları

Kimyadaki kavram yanılgıları üzerine ilkökul, ortaokul, lise ve lisans öğrenimi seviyesindeki öğrenciler üzerinde yapılan incelemelere göre yanlış öğrenmelerin çoğu, madde kavramının bugünkü anladığımız ve kabul ettiğimiz anlamda anlaşılmamasından kaynaklanmaktadır. Bugünkü kabul edilen modele göre, madde küçük ve hareketli

parçacıklardan (atom, molekül ve iyon) oluşur. Bu nedenle maddenin parçacıklı ve kinetik modeli öğrencilerden elde edilen bulguların yorumlanmasında kullanılmıştır. Her yaştaki öğrencinin, bilimsel olarak kabul edilmiş olan “Madde birbirinden ayrı parçacıklardan oluşmuştur, bu parçacıklar sabit hareketlidir ve aralarında boşluklar vardır” görüşünü anlama ve kullanmada sıkıntılarının olduğu görülmüştür. Maalesef her yaş grubundan pek çok öğrenci maddeyi statik ve boşluksuz sürekli bir yapı olarak görmektedir (Nakhleh, 1992).

Maddenin tanecikleri denildiğinde ilk akla gelen atom ve molekül kavramlarıdır. Atom ve molekül kavramları ise, kimyanın temelini oluşturmaktadır. Öğrenciler maddenin parçacıklı olduğu bilgisini bir şekilde duymuş olmalarına rağmen, bu kavramı gerçek olaylara aktarmada güçlük yaşamaktadırlar. Öğrencilerin bu kavramlarla ilgili sahip oldukları herhangi bir kavram yanılgısı ya da alternatif kavram, öğrencilerin kimyada daha sonra öğrenecekleri konulara bir engel oluşturmaktadır (Griffiths & Preston, 1992). Bu da parçacıklı yapıyla ilişkisi olan mol, atom ve molekül modelleri, maddenin halleri ve gaz kanunları gibi konuların anlaşılmasında güçlük yaratmaktadır.

Öğrenciler tanecik kelimesini tam olarak anlamamakta ve onu bir maddenin küçük parçaları olarak algılamaktadırlar. Bu da öğrencilerin günlük dildeki kelimelerle bilimsel dildeki kelimelerin farklı anlamlarda olduğunu düşünememelerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin bazı öğrenciler, suyun taneciklerinin su damlaları olduğunu düşünmektedirler (Boz, 2006).

Liu ve çalışma arkadaşları (1997), yaptıkları çalışmada öğrencilerin maddeyi oluşturan en küçük birimin hücre olduğunu düşündüklerini, atom kavramını neredeyse hiç bilmediklerini bulmuşlardır. Öğrenciler maddeler cansız ise hücrelerden oluşmadığını, taneciklerden oluştuğunu ifade etmişler ama taneciği atom anlamında ifade edememişlerdir. Ayrıca öğrenciler atomu katı, esnek ve renkli olarak tanımlamışlardır. Öğrencilerin maddelerin görülür özelliklerini, taneciklerin özelliği olarak düşündükleri, bu araştırmada da ortaya konmuştur (Liu, Lai & Chiu, 1997).

Öğrencilerin maddeyi algılamalarıyla ilgili görüşleri üç grupta toplanabilir. Bunlar makroskopik seviye, mikroskopik seviye ve sembolik seviyedir. Makroskopik seviye gözlemlenebilen olguların, resimlerle ve diyagramlarla gösterildiği seviyedir

(örneğin maddenin rengi, şekli, boyutu, erimesi, donması, genleşmesi makroskopik özelliklere örnek olarak verilebilir). Diğer bir ifadeyle makroskopik özellikler gözle gözlemlenebilen özelliklerdir. Mikroskopik seviye ise, maddenin yapısını ve özelliklerini açıklamak için atom ve moleküllerin hareketinin ve bileşiminin kullanıldığı seviyedir. Sembolik seviye ise, kimyasal formüllerin ve sembollerin atom, molekül ve bileşikleri göstermek için kullanıldığı seviyedir (örneğin demir için Fe, hidrojen için H sembolünün, su için H₂O formülünün kullanıldığı seviye) (Gabel, 1993).

Haidar ve Abraham (1991), Oklahoma’da 183 lise kimya öğrencisi üzerinde yaptıkları araştırmada, öğrencilerin çözünme ve maddenin halleri ile ilgili soruları cevaplandırırken, makroskopik açıklamalarda gündelik yaklaşımı, yani kendi muhakeme yeteneklerini, gözlemlerini kullanarak cevap verdiklerini, teorik bilgileri içeren sorularda ise daha bilimsel bir yaklaşım sergilediklerini görmüşlerdir. Çoğu öğrencinin maddenin parçacıklı yapısı teorisinin kavranması ve kullanılması konusunda, okulda öğrendiklerinin yanında kendi muhakeme yeteneklerini de kullandıkları görülmüştür. Araştırmacıların söz konusu kavramlarla ilgili öğrencilerde tespit ettiği bazı kavram yanlışlarını şöyle ifade edebiliriz;

1. Maddenin halleriyle ilgili teorik sorularda öğrencilerin, ısı arttıkça daha büyük su molekülleri çizdikleri,
2. Öğrencilerin atom ve molekül gibi mikroskopik terimleri, makroskopik yapıdaki bir olay gibi düşündükleri,
3. Şekerin suda çözündüğünü, çünkü suyun şeker moleküllerini parçaladığı,
4. Öğrencilerin difüzyonla ilgili olarak yaptıkları çizimlerde, renklendirici moleküllerin su moleküllerini boyayacağı şeklinde kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür.
5. Çocuklar hem uygulama hem de teorik sorularda, içi hidrojen gazı ile dolu bir balonun bir süre sonra inme nedenini açıklarken, balondaki gözeneklerden bahsetmişler fakat teorik soruya çizimleri gereken şekilde bu gözeneklerden bahsetmemişlerdir.

Araştırmacılar sonuç olarak,

1. Öğrencilerin parçacık teorisini anlamasında ve kullanmasında, muhakeme yeteneği ve daha önceden edinilmiş bilgilerin önemli bir rol oynadığını,
2. Öğrencilerin kimyasal kavramlarla ilgili açıklamalarında parçacık teorisini kullanmaya daha meyilli olduğu, hatta bu teoriyi makroskopik konularda bile kullandıklarını,
3. Uygulama ve teorik olarak elde edilen bilgilerin kavramada belirgin bir şekilde farklı rol oynadıklarının belirlendiği,
4. Öğrencilerin olayları daha iyi kavrayabilmesi için kimya müfredatının, yapılan makroskopik deney aktiviteleri ile bunların bilimsel ve mikroskopik açıklamalarını birleştirecek şekilde olması gerektiğini,
5. Deney yapmanın kimya için önemli olduğunu fakat bir kavramın oluşmasında yeterli olmadığını bu nedenle öğrencilere, kimyacıların kullandığı mikroskopik modeller ile laboratuvarında yapılan makroskopik gözlemlerin arasında bağ oluşturacak bilgiler verilmesinin, onların kavramsal anlamalarının gelişmesine yardımcı olacağını ifade etmişlerdir (Haidar & Abraham, 1991).

Margel ve çalışma arkadaşları (2004) ise, 1084 ortaokul öğrencisinin maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavramlarında değişmelerin neler olacağını üç yıllık süre içerisinde araştırmıştır. Araştırmacılar çalışmalarında yapılandırmacı öğretim yaklaşımına dayanan spiral öğretim yöntemini kullanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerde maddenin yapısıyla ilgili üç temel zihinsel model olduğu bulunmuştur.

Bu zihinsel modeller:

- 1) Model A: Madde sürekli.
- 2) Model B: Madde taneciklerden oluşur.
- 3) Model C: Madde çeşitli moleküllerden oluşur.

Model A (Sürekli madde modeli): Bu modele göre öğrenciler maddenin sürekli yani bütün olduğunu düşünmektedirler. Yani tanecikler hakkında bir fikir belirtmemektedirler. Örneğin çizimlerinde maddeyi makroskopik özellikleriyle göstermektedirler.

Model B (Temel tanecik modeli): Madde taneciklerden oluşur. Bu zihinsel modele göre öğrenciler maddenin tanecikleri arasındaki farkları ayırt etmeksizin, sadece maddenin taneciklerden oluştuğunu ifade etmektedirler. Mesela bazı öğrencilerin “meyve suyu küçük tanecikler içerir, tanecikler hareketlidir” gibi açıklamaları bu model düşünceye örnek olarak verilebilir.

Model C (Moleküler yapı modeli): Bu zihinsel modele göre öğrenciler temel tanecik modelinin ilerisine giderek, maddedeki tanecik türleri arasındaki farklılıkları ayırt etmekte ya da fark etmektedirler. Mesela bazı öğrencilerin “Oksijen bir gazdır ve moleküllerden oluşmaktadır. Her bir molekülü iki atomludur.” şeklindeki açıklamaları bu modele uygun açıklamalardır (Margel, Eylon & Scherz, 2004).

Sarıkaya (2007a) tarafından yapılan maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili bir çalışmada, sürtünme ile elektriklenmenin doğası kapsamında öğretmen adaylarının atom kavramaları araştırılmıştır. “Sürtünme ile elektriklenme, elektron transferi yüzünden mi yoksa proton transferi yüzünden mi olur?” biçiminde özetlenebilecek bir soruya, öğretmen adaylarının büyük bir oranı “proton transferi yüzünden olur” cevabını vermişlerdir. Dört yıllık bir üniversite eğitiminden sonra bile öğretmen adaylarında sürtünme ile elektriklenme ve atom kavramları gibi temel bilgilerde bile problem olması, konunun ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Sarıkaya (2007a), aynı çalışmada öğretmen adaylarının bu kavram yanlışlarını iyileştirmek için, geliştirdiği bir etkinliğin etkisini, deney ve kontrol gruplarında araştırmıştır. Sürtünme ile elektriklenmenin modellendiği bir etkinlik, deney grubunda uygulanmıştır. Sonuçta öğretmen adaylarının konu ile ilgili kavram yanlışlarının kontrol grubuna kıyasla büyük ölçüde iyileştirildiği görülmüştür. Fende kavram yanlışları konusunda genel olarak öğrenciler yargılanmaktadır. Bu çalışma göstermiştir ki, üniversite seviyesinde dört yıllık bir fen eğitimi almış öğretmen adayları bile, temel bir fen konusunu öğrenmede zorluklar yaşamaktadır. Bu çalışmanın bir diğer önemli sonucu belki budur.

Yine maddenin parçacıklı doğası ile ilgili olarak Sarıkaya (2004) tarafından yapılan başka bir çalışmada, genel kimya dersi sınıfında Avogadro sayısının tayini ile ilgili bir yöntem uygulanmıştır. Bu çalışmada maddenin parçacıklı yapısı içinde mol ve Avogadro sayısının önemine vurguda bulunulmuştur. Maddede kütle anlamında atomik seviye ile makro seviye arasındaki bağlantının önemine işaret edilmiştir. Ayrıca, mol ve

Avogadro sayısı ile ilgili fenin içindeki her yaştan ve her seviyeden kişilerin kavram yanlışları tartışılmıştır. Yine maddenin parçacıklı doğası kapsamında Sarıkaya (2004), atom, molekül, atomik kütle birimi, atom kütlesi, atom ağırlığı, molekül ağırlığı, mol ve Avogadro sayısı ile ilgili olarak fen kitaplarında yer alan kavram yanlışlarını tartışmış ve konunun önemine dikkat çekmiştir.

Kavram yanlışları üzerine yapılan araştırmalarda, genellikle öğrenciler yargılanır. Sarıkaya tarafından yapılan bir araştırmada, mutlak sıfır kavramının bazı kimya kitaplarında yanlış olarak verildiği belirlenmiştir. Bu yanlış bilginin yazarlardan öğretim elemanlarına, onlardan öğretmen adaylarına ya da üniversite öğrencilerine, onlardan da öğretmen olduklarında öğrencilere zincirleme olarak geçebileceği ortaya konulmuştur (Sarıkaya, 2001).

Al-Balushi tarafından yapılan doktora tez çalışmasında, fen öğretmen adaylarının mikroskopik düzeyde zihinlerinde oluşan madde kavramını açıklamalarında, maddenin parçacıklı yapısını kullanma becerileri araştırılmıştır. Öğrencilerin molekül, atom, elektron gibi mikro tanecikler arasındaki etkileşimi anlama düzeyleri ölçülmüştür. Öğretmen adaylarının zihinlerinde mikroskopik düzeydeki kavramların oluşumunu etkileyen faktörler belirlenmiştir. Bunlar önceki deneyimleri, zihinsel yetenekleri ve mikroskopik etkileşimlerin doğasıdır. Araştırma, öğretmen adaylarının atomla ilgili zihinsel modellerinin, bilimsel modellerden farklı olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmanın ikinci bölümünde öğretmen adaylarına yazılı, resimli ipuçları verilmiştir. Verilen ipuçları mikroskopik ya da makroskopik özelliktedir. Mikroskopik yazılı ipucu verilen öğretmen adaylarının tanecik boyutundaki açıklamalarının, makroskopik ipucu verilenlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda mikroskopik resimli ipucu verilen adayların, makroskopik resimli ipucu verilenlere göre, parçacıklı yapıyı kullanmada daha başarılı oldukları bulunmuştur. Araştırma sonuçları, öğrencilerin mikroskopik boyutta maddeyi tanımlarken, parçacıklı yapıyı kullanmadıklarını göstermektedir. Bunun en önemli nedeni kimyanın makroskopik, mikroskopik ve sembolik boyutta dengeli bir şekilde kavratılmamasıdır. Görsel ve yazım boyutunda makroskopik ve sembolik düzeye ağırlık verilirken, mikroskopik boyuta aynı oranda ağırlık verilmemektedir. Ders kitaplarında makroskopik ve sembolik boyutla karşılaştırıldığında mikroskopik boyuttaki gösterimlere daha az yer verilmektedir (Al-Balushi, 2003).

Novick ve Nussbaum (1978), İsrail’de 8. sınıf öğrencilerinin madde ve maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Araştırma sırasında üzerinde durdukları önemli bir nokta, çocukların günlük hayatlarında gördükleri gibi algıladıkları ve yorumladıkları maddenin bütünsel yapısından, maddenin parçacıklı yapısına geçişte yaşadıkları zorluklar ve bunların nedenleridir. Ayrıca çocukların bilimsel açıklaması olan olaylar hakkında, neden bilimsel olmayan yorumlar yaptıkları ve kavram yanlışlarına sahip oldukları incelenmiştir.

Araştırmacılar mülakat yöntemini kullanmış ve maddenin parçacıklı yapısının kolay hissedildiği gaz fazındaki olaylara ait sorular hazırlayarak, öğrencilerden aşağıda verilen beş durumu bilmelerini ve bilimsel olarak ifade etmelerini beklemişlerdir.

Bunlar aşağıda verilmiştir:

1. Gazlar, gözle görülmeyecek kadar küçük taneciklerden oluşur.
2. Gaz tanecikleri boşlukta her yana eşit olarak yayılırlar.
3. Gaz tanecikleri arasında boşluk vardır.
4. Gaz tanecikleri hareketlidir.
5. İki farklı maddenin tanecikleri etkileştiğinde üçüncü bir madde oluşur.

Araştırma örneklemini 13-14 yaşlarındaki, “154” 8. sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Örnekleme oluşturan öğrencilerin % 21’i maddenin bütünsel modelini, % 60’ı ise parçacıklı modeli kullanmıştır. Buna göre öğrencilerde tespit edilen kavram yanlışlarını şöyle sıralayabiliriz:

Gazların yayılmasıyla ilgili olarak öğrencilere “hava dolu şişeden vakumla bir miktar hava çekilseydi ve şişedeki havayı size gösterebilecek bir aletle baksaydınız ne görürdünüz?” sorusu yöneltildiğinde, çoğu öğrenci maddenin parçacıklı modelini kullanırken bazıları da sürekli modele uygun çizimler yapmıştır. Bazıları gazların yayılması olayını belirten çizimler yaparken, bir kısmı da tanecikler arası boşlukların kavranmadığı ve taneciklerin istiflenmiş şekillerini düşünen çizimler yapmışlardır. Vakumla gazın bir kısmı çekildiğinde, taneciklerin kabın üst kısmında birikeceğini düşünenlerin, “taneciklerin ağırlığının küçük olmasından dolayı yukarı çıkacağı” şeklindeki kavram yanlışına sahip oldukları görülmüştür. Maddeyi bütünsel yapıda

algılayanların ise gazların sıvı gibi bir davranış göstereceğini ve gazın kabın dibinde birikeceğini düşündükleri gözlenmiştir.

Öğrencilere gaz tanecikleri arasında ne olduğu sorulduğunda, sadece % 45'i boşluk kavramını kullanmış, % 16'sı düşüncelerinden emin olmadığını söylemiş, % 35'i ise tanecikler arasında toz, kir, hava, bilinmeyen bir şeyler, daha küçük tanecikler sıvı ya da diğer gazların bulunabileceğini düşünmüşlerdir.

Sonuç olarak, Novick ve Nussbaum (1978), çocukların madde ve maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının ileride alacakları fen eğitimini kötü yönde etkileyeceğini ve bu kavram yanlışları üzerinde daha çok araştırma yapılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Novick ve Nussbaum (1981), 1978 yılında yaptıkları araştırmaya benzer bir araştırma daha yapmışlardır. Örneklemini ilkököl seviyesinden üniversite seviyesine kadar 576 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmacılar mülakat yöntemi kullanmış ve öğrencilerin;

1. Gaz tanecikleri, kapalı bir sistemde, düzenli bir şekilde her yana yayılır,
2. Gaz tanecikleri doğrusal olarak sürekli hareket eder,
3. Sıcaklığın yükselmesi ve düşmesi tanecik hareketlerinde değişikliğe yol açar,
4. Sıvılaşma, tanecik yoğunluğunda değişim olarak gözlenir,
5. Gazlarda tanecikler arasında boşluk vardır, şeklindeki kavramları ne derece bildiğini tespit edecek nitelikte sorular hazırlamışlardır. Sonuç olarak araştırmacılar;

1. Öğrencilerden, hava dolu bir şişeden vakumla bir miktar gaz çekildiğinde, şişedeki havanın son görünümünün çizilmesi istendiğinde, havayı kabın üst ve taban kısmında gösteren öğrenci çizimlerinin yoğunlukta olduğu gözlenmiştir. Bu oran ilkököl seviyesinde % 30 iken üniversite seviyesinde % 10 olarak saptanmıştır.

2. Öğrenciler gazların yayılabildiğini sözlü olarak ifade etseler de, bu imaj zihinlerinde anlam kazanmamış ve çizimlerine de yansımamıştır.

3. Öğrencilerde tanecikler arasındaki boşluk kavramının oluşmadığı, “hava tanecikleri tutar, tanecikler arasında boşluk azdır, tanecikler arasında daha küçük tanecikler vardır” şeklinde kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir.

Bu veriler, öğrencilerin çoğunun maddenin sürekli bir yapısı olduğu, tanecikler arasında boşluk olmadığı, taneciklerin hareketsiz olduğu, maddenin hal değişiminde taneciklerinin de genişlediği ya da küçüldüğü kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya koymuş, üniversite seviyesinde bile kavram yanlışlarının olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar bütün bu görüşlerin ışığında, öğrencilerde var olan bilimsel olmayan fikirlerin testlerle ortaya çıkarılmasının eğitim açısından önemli olduğunu ve bu fikirlerin öğrenmeyi etkiliyor olması nedeniyle müfredat programlarının hazırlanması sırasında göz önüne alınması gerektiğini vurgulamışlardır (Novick & Nussbaum, 1981).

Lee ve çalışma arkadaşları (1993), yaptıkları araştırmayla ortaokul öğrencilerinin madde ve molekül kavramlarıyla ilgili düşüncelerini inceleyerek, öğrencilerin kimya'ya giriş kavramlarının, bilimsel anlamından çeşitli şekillerde farklı olduğunu ortaya çıkartmışlardır. Araştırmacıların maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili tespit ettikleri kavram yanlışları şu şekilde sıralanabilir:

1. Öğrencilerin çoğu maddeleri katı, sıvı ve gaz olarak sınıflandırmış, fakat aradaki farkın enerjiden kaynaklandığını ifade edememişlerdir.
2. Çoğu öğrenci, gazların ağırlığının olmadığını düşünmüştür.
3. Öğrencilerin bir kısmı, gazları “ışığı olan ve uzayda yer kaplayan sıcak hava” olarak düşünmüştür.
4. Isı etkisiyle gazların daha geniş alana yayılmasına çoğu öğrenci makro seviyede cevaplar vermiş, moleküler seviyede açıklama yapanların oranının oldukça düşük olduğu görülmüştür.
5. Çoğu 6. sınıf öğrencisinin öğretimden önce molekül kavramını duymadığı, maddenin neye benzediği sorulduğunda ise, maddenin gözlenebilen özelliklerini açıkladıkları görülmüştür. Örneğin hava hakkında öğrenciler “bir parça toz, su damlası, çok küçük taşlar” şeklinde bir açıklama yapmışlardır.
6. Çoğu öğrencinin “maddenin moleküllerden oluştuğu” düşüncesinden ziyade, “moleküllerin madde olduğu” düşüncesine sahip olduğu görülmüştür.
7. Bazı öğrencilerin, “suyun mavi böğürtlenden oluştuğunu” düşündükleri görülmüştür. Örneğin öğrencilerden birinin su hakkında, “çok küçük parçacıklar, her şeyde varlar, öyleyse her şeyin içindeler” dediği görülmüştür.

8. Bazı öğrencilerin “maddenin molekülleri arasında aynı maddenin var olduğu” düşüncesine sahip olduğu görülmüştür. Örneğin, “hava molekülleri arasında hava, su molekülleri arasında su, kaya molekülleri arasında kaya vardır” şeklinde.

9. Bazı öğrencilerin “moleküllerin büyüklüğü hakkında” kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Molekülleri çok küçük olarak düşünmelerine rağmen, aşına oldukları toz, bakteri, hücre gibi yapılarla karşılaştırdıkları görülmüştür. Örneğin öğrencilerden birinin “toz ile molekülün aynı büyüklükte olduğu”nu düşündüğü görülmüştür.

10. Moleküllerin mikroskopta görülebileceği düşüncesine sahip öğrencilerin olduğu görülmüştür.

11. Katı maddenin içindeki moleküllerin hareketsiz olduğu düşüncesine sahip öğrencilerin olduğu tespit edilmiştir. Bu durum maddeyi meydana getiren moleküllerin, madde olarak algılanmasından kaynaklanmaktadır. Bazı öğrenciler de harici bir kuvvetin uygulanmasıyla, moleküllerin hareket edeceğini düşünmüşler ve “hava molekülleri hareket eder, çünkü rüzgar onları üfler” demişlerdir.

12. Bazı öğrencilerin, “moleküller buzun içinde donmuş şekildedir, çünkü hep beraber katı durumdadırlar” düşüncesine bazılarının da, “buz moleküllerinin su moleküllerinden daha soğuk olduğu” düşüncesine sahip olduğu görülmüştür.

Verilerin analizi, çoğu öğrencilerin madde ve maddeyi meydana getiren atom ve molekül kavramlarını ya anlamadıklarını ya da yanlış anladıklarını göstermiştir. Araştırmacıların önemli bir tespiti de, öğrencilerin maddenin yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının fotosentez, su çevrimi, difüzyon, osmoz ve fiziksel değişme gibi birçok konuda da kavram yanlışlarına sahip olunmasında etkin rol oynadığının görülmesidir.

Bu nedenle araştırmacılar madde ve maddenin yapısıyla ilgili konuların anlatılmasında, eğitimcilerin daha duyarlı olması gerektiğini vurgulamışlardır (Lee et al., 1993).

2.8.4.1. Taneciklerin Bileşimi ile İlgili Kavram Yanlışları

Maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili 9. sınıf öğrencilerinde bulunan kavram yanlışlarını açığa çıkarmak amacıyla, bir araştırma da Tezcan ve Salmaz (2005) tarafından yapılmıştır. Araştırmada atomun yapısı konusu ele alınmış ve araştırma

sırasında öğrencilerde konuyla ilgili ilginç kavram yanlışları bulunmuştur. Örneğin taneciklerin bileşimi ile ilgili görülen bir kavram yanlışlığı, öğrencilerin bir kısmının her maddenin atomlardan oluştuğunu değil de bazı maddelerin atomlardan oluştuğunu ifade etmeleridir. Bazı öğrenciler ise taneciklerin bileşimiyle ilgili, maddelerin moleküllerin bileşimi olduğunu değil de, moleküllerin maddenin içinde bulunduğu yanlış kavramına sahiptirler (Lee et al., 1993).

Griffiths ve Preston (1992) ise, moleküllerin bileşimiyle ilgili farklı sonuçlar bulmuşlardır. Araştırmalarında 12. sınıf öğrencilerinin günlük hayattan aşına oldukları su örneğini referans alarak, öğrencilere bazı sorular yöneltilmiştir. Sorularda suyun neden oluştuğu, bir molekülde kaç tane atom olabileceği sorulmuş, aynı zamanda su moleküllerinin farklı fazlardayken farklılaşıp farklılaşmayacakları, atomlarının sayısının değişip değişmeyeceği de açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada bulunan kavram yanlışları şöyle sıralanabilir:

1. Su molekülleri oksijen ve hidrojen dışında başka bileşenleri de içerir. Örneğin öğrencilerin %40'ı su moleküllerinin su, hava, klor, azot ve diğer minerallerin bileşimi olduğunu düşünmektedirler.

2. Su molekülleri aynı atomların bileşimi değildir. Böyle düşünen öğrenciler su moleküllerinin bileşiminin boyuta, sıcaklığa ya da moleküllerin fiziksel haline bağlı olarak değişeceğini belirtmişlerdir. Örneğin bazı öğrenciler su ısıtılırsa daha çok oksijen ekleneceğini düşünmektedirler.

3. Su molekülleri üç atomdan daha fazla atom içerir ya da daha az atom içerir. Öğrencilerin üçte biri su moleküllerinin üç atomdan daha fazla atom içerdiğini düşünmektedirler.

4. Su molekülleri farklı fazlarda farklı sayıda atom içerir. Örneğin, bazı öğrenciler katı fazda moleküllerin daha fazla atom içerdiğini belirtmişlerdir.

2.8.4.2. Taneciklerin Boyutu ile İlgili Kavram Yanlışları

Griffiths ve Preston (1992) tarafından, 12. sınıf öğrencileriyle yapılan araştırmada öğrencilerin taneciklerin boyutu ya da büyüklüğü hakkındaki görüşleri açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu nedenle öğrencilerin günlük hayattan yakından bildikleri su örneği ele alınmış ve su moleküllerinin büyüklüğünün ne kadar olduğunu

açıklamaları istenmiştir. Araştırmada öğrencilerin bazılarının su molekülünü makro boyutta, yani gözle görülebilir boyutta algıladıkları bulunmuştur. Örneğin bazı öğrenciler su molekülünün bir nokta kadar olduğunu düşünürken bazı öğrenciler ise bir tohum kadar olduğunu düşünmektedir.

Konuyla ilgili olan bir başka kavram yanılgısı ise, 12. sınıf öğrencilerinin taneciklerin boyutunun sıcaklığa ve fiziksel hale bağlı olarak değişeceğini düşünmeleridir. Bu düşünce şekline göre su molekülleri katı halde en küçük boyutta, gaz fazında ise en büyük boyuttadır. Bunun tersi olarak ayrıca öğrencilerin bir kısmı, katı halde taneciklerin daha büyük olduğunu düşünmektedirler. Öğrencilerin böyle düşünmelerinin nedeni olarak su donarken hacminin artması gösterilebilir.

Lee ve çalışma arkadaşları (1993) tarafından, benzer sonuçlar bulunmuştur. Örneğin, 6. sınıf öğrencilerinin birçoğunun moleküllerin çok küçük olduğunu düşünmekte zorlandıkları gözlemlenmiştir. Birçok öğrenci molekülleri kendilerine daha yakın gelen bakteri, hücre gibi küçük şeylerle karşılaştırmış ve moleküllerin bunlarla aynı boyutta olduklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin küçük bir kısmı, moleküllerin bu maddelerden çok daha küçük olduklarını söylese bile, onların da moleküllerin mikroskop altında gözle görülebileceği yanlış kavramını taşıdıkları görülmüştür.

Taneciklerin mikroskop altında görülebileceği yanlış kavramı birçok araştırmacı tarafından araştırılmış ve öğrencilerin büyük kısmının taneciklerin mikroskop altında görülebileceği şeklinde bir kavram yanılgısına sahip oldukları görülmüştür (Griffiths & Preston, 1992; Lee et al., 1993; Tezcan ve Salmaz, 2005). Öğrencilerin bazıları atom ve molekülleri mikroplara benzetmekte ve bir şekilde mikroskop altında görülebileceklerini düşünmektedirler. Bu kavram yanılgısının nedeni okullarda öğretim sırasında atomların ve mikropların çok küçük olduklarının söylenmesi ve gözle görülemediklerinin belirtilmesidir. Bu durum öğrencilerin atomu mikroplara benzetmelerine ve en azından boyutlarının aynı olduğu yanılgısının oluşmasına yol açabilir.

Öğrencilerde bulunan bütün atomların aynı olduğu şeklindeki yanlış kavramı da gözlemlenen kavram yanılgıları arasındadır (Griffiths & Preston, 1992; Tezcan ve Salmaz, 2005). Bu düşüncelerin tersine sahip olan öğrenciler de vardır. Bazı öğrenciler

ise maddenin taneciklerden oluştuğunu söylemelerine rağmen, bu tanecikleri makroskopik seviyede algılamakta ve taneciklerin farklı boyutta olduklarını düşünmektedirler. Öğrenciler şekerin taneciklerinin şekerin granül yapısını oluşturan gözle görülen tanecikler olduğunu düşünmekte olduklarından dolayı, taneciklerin farklı boyutta oldukları yanlış kavramını taşımaktadırlar. Yine öğrencilerin bir kısmı suyun tanecikleri olarak su damlalarını düşünmekte, bu nedenle taneciklerin boyutlarının birbirlerinden farklı olduğuna, aynı zamanda belli şekillerinin olmadığına inanmaktadırlar.

Onikinci sınıf öğrencilerinden atomun boyutunu karşılaştırmaları istendiğinde öğrenciler, atomun bir toplu iğnenin ucunun yüzde biri kadar büyüklükte olduğunu söylemişler (Griffiths & Preston, 1992), 9. sınıf öğrencilerinin bazıları ise örnek verirken bir toplu iğnenin topuzunda 15-20 bin tane demir atomunun bulunduğunu belirtmişlerdir (Tezcan ve Salmaz, 2005). Ayrıca öğrencilerde atomun büyüklüğünü çekirdeğin belirlediği (Tezcan ve Salmaz, 2005) ya da benzer olarak büyüklüğü proton sayısının belirlediğine yönelik kavram yanlışları da bulunmaktadır (Griffiths & Preston, 1992).

2.8.4.3. Taneciklerin Şekli ile İlgili Kavram Yanılgıları

Öğrencilerde maddenin tanecikleri ve bu taneciklerin boyutuyla ilgili kavram yanlışları olduğu gibi, şekline yönelik kavram yanlışları da bulunmaktadır (Griffiths & Preston, 1992; Tezcan ve Salmaz, 2005). Örneğin öğrencilerin bir kısmı atomların içi dolu küreye benzediğini, katı olduğunu (Çökelez & Dumon, 2005; Griffiths & Preston, 1992; Tezcan ve Salmaz, 2005) ve hepsinin aynı yapı ve şekilde olduklarını düşünmektedirler (Tezcan ve Salmaz, 2005). Öğrencilerin, atomları katı kürelere benzetmelerinin nedeni ders kitaplarında buna benzer çizimlerin bulunması olabilir (Griffiths & Preston, 1992). Bazı öğrenciler ise şekerin taneciklerinin yuvarlak, küp ve kristal gibi olduğunu belirtmektedirler. Öğrenciler düşüncelerini gördükleri şeyler üzerine kurdukları için okulda öğrendikleri ile maddenin parçacıklı yapısına ait görüşlerini birleştirememektedirler. Bundan dolayı öğrenciler suyun ya da şekerin makro ya da mikro seviyedeki taneciklerden oluştuklarını kolaylıkla söylemektedirler. Ancak bu öğrencilerin bir kısmı gözle görülemeyen helyum gazı gibi renksiz bir maddenin yapısını açıklarken ise taneciklerinin gözle görülemeyeceğini söyledikleri ve

bu taneciklerin de yuvarlak şekilde olduklarını belirttikleri görülmüştür. Öğrencilerin taneciklerin yapısını yuvarlak olarak düşünmelerinin nedeni olarak okuldaki öğretim gösterilebilir. Yani okulda atom ve moleküllerin gösterilirken, yuvarlak şekillerle çizilmesi bu kavram yanlışlığının oluşmasına neden olabilir.

Griffiths ve Preston (1992), 12. sınıf öğrencilerinin moleküllerin şekilleriyle ilgili düşüncelerini açığa çıkarmak amacıyla yaptıkları mülakatlarda, öğrencilere sudaki moleküllerin düz ya da üç boyutlu olup olmadıkları, moleküllerin farklı hallerde aynı şekilde olup olmadığı ve moleküllerin şekillerini etkileyen faktörlerin neler olduğuna ilişkin bazı sorular sormuşlardır. Öğrencilerin bir bölümünün su moleküllerinin düz olduklarını düşündükleri, bir bölümünün su moleküllerini kesin bir şekli olmayan kapalı bir figüre benzettikleri görülmüştür. Bu öğrencilerde moleküllerin şekillerinin sıcaklıkla ve basınçla değişeceği, moleküllerin şekillerinin fiziksel hale bağlı olarak değişeceği, yine su moleküllerinin şekillerinin suyun bulunduğu kabın şekline bağlı olarak değişeceği gibi kavram yanlışlarına rastlanmıştır. Araştırmacılara göre suyun bulunduğu kabın şekline bağlı olarak moleküllerinin şekillerinin değişeceği düşüncesi, öğretim sırasında belirtilen “sıvılar bulundukları kabın şeklini alır” ifadesinden kaynaklanıyor olabilir.

Çökelez ve Dumon (2005) yaptıkları çalışmada, öğrencilerden oksijen ve hidrojen atomunu çizmelerini ve tanımlamalarını istemişlerdir. 15-16 yaşındaki öğrencilerin büyük çoğunluğu, atomu basit bir küre olarak çizmiş ve modellerini tanımlarken top ya da küre olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin atom ve molekül kavramlarını karıştırdıkları, su molekülünün hidrojen ve oksijen moleküllerinden oluştuğu şeklinde yanlış bir kavramaya sahip oldukları bulunmuştur.

2.8.4.4. Taneciklerin Ağırlığı ile İlgili Kavram Yanlışları

Öğrencilerde taneciklerin ağırlığı ile ilgili önemli kavram yanlışları bulunmaktadır. Örneğin, öğrencilerin bir kısmı bütün atomların aynı ağırlıkta olduğu yanlış kavramına sahiptir (Griffiths & Preston, 1992; Tezcan ve Salmaz, 2005). Tezcan ve Salmaz (2005) tarafından, 9. sınıf öğrencileriyle yapılan araştırmada bu konuyla ilgili görülen diğer bir kavram yanlışlığı ise atomların ağırlığının elektron sayısına ve yörünge sayısına bağlı olduğudur. Ayrıca öğrencilerin bir kısmı, su molekülünün ağırlığının

tartılabilecek büyüklükte olduğunu düşünmektedirler. Konuyla ilgili diğer kavram yanılgısı ise, bir su molekülünün bir sineğin bacağına ağırlığı veya toz parçası kadar hafif olması sayılabilir. Öğrencilerin taneciklerin ağırlığıyla ilgili kavram yanılgılarından birisi de taneciklerin ağırlığının maddenin bulunduğu fiziksel hale göre değişeceği düşüncesidir (Griffiths & Preston, 1992; Pideci, 2002). Bazı öğrenciler su moleküllerinin katı fazda daha ağır, gaz fazında ise daha hafif olduğunu söylemişlerdir. Bunu da “su molekülünde tanecikler birbirlerine daha yakındırlar” ya da “buz daha yoğun olduğu için, molekülleri daha ağırdır” şeklinde açıklamışlardır (Griffiths & Preston, 1992). Benzer sonuçlar, Pideci (2002)’nin 8. sınıf öğrencileriyle yaptığı araştırmada da görülmüş ve bazı öğrencilerin madde ısıtıldığında kütesinin azalacağını, bu nedenle katı halin en ağır, gaz halin en hafif olacağını düşündükleri ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerin bir kısmının da bunun tam tersi bir kavram yanılgısına sahip olduğu ve ısı alınca maddenin kütesinin artacağını, bu yüzden de maddenin kütesinin gaz halde en ağır, katı halde ise en hafif olacağını düşündükleri gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin bir kısmı, bir molekülün ağırlığının boyutuna göre değişeceğini ve su moleküllerinin aynı fazda farklı ağırlıkta olacağını düşünmektedirler (Griffiths & Preston, 1992).

2.8.4.5. Taneciklerin Canlı Olmaları (Animizm) ile İlgili Kavram Yanılgıları

Pideci (2002)’nin 8. sınıf öğrencileriyle yaptığı araştırmada, öğrencilerin anketlerde ve mülakatlarda sorulan sorulara verdikleri yanıtlar incelenmiş ve öğrencilerin atomların canlı olduklarını düşündükleri görülmüştür. Aynı sonuçlara ulusal ve uluslararası yapılan araştırmalarda da rastlanmaktadır (Griffiths & Preston, 1992; Haidar 1988; Tezcan ve Salmaz, 2005). Öğrenciler atomların canlı olmasını bazı nedenlere bağlamaktadırlar. Bunlardan bir tanesi atomların hareket ediyor olmasıdır. Örneğin bazı öğrenciler bunu “Atomun içinde bazı hareketler olabilir; bunlar ya protonların hareketidir ya da atomun kendi hareketidir.” şeklinde açıklamaktadırlar. Öğrencilerin bir kısmı atomların canlı olduklarını düşünürken, bir kısmı ise sadece bazı atomların canlı olduğunu düşünmekte, bunu da “organik atomlar canlıdır” şeklinde açıklamaktadırlar. Haidar (1988)’in araştırmasında, öğrenciler suyun şeker moleküllerine kuvvet uyguladığı, gıda boyasının su moleküllerini ittiği, hidrojenin balonun genişlemesi için gücünü kaybettiği gibi açıklamalar yaparak canlıya ait özellikleri cevaplarında kullanmışlardır.

2.8.4.6. Makroskopik Özelliklerin Taneciklere Verilmesi ile İlgili Kavram Yanılgıları

Parçacıklı yapıyla ilgili öğrencilerde en sık karşılaşılan kavram yanılgılarından birisi maddeye ait makroskopik özelliklerin, taneciklerde de olduğu düşüncesidir. Bu konu araştırmacılar tarafından geniş olarak ele alınmıştır (Andersson, 1990; Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1986; Boz, 2006; Griffiths & Preston, 1992; Lee et al., 1993; Miller, 2008).

Konuyla ilgili yapılan araştırmalarda karşılaşılan kavram yanılgılarından biri, öğrencilerin madde hal değiştirdiği zaman aslında bu değişimlerin taneciklerde olduğu düşüncesidir.

Örneğin, bir madde ısıtılınca o maddenin moleküllerinin de ısınacağı (Boz, 2006; Lee et al., 1993), moleküllerinin genleşeceği (Griffiths & Preston, 1992; Lee et al., 1993), moleküllerin buharlaştığı ve kaynadığı (Griffiths & Preston, 1992), eridiği (Boz, 2006), yoğunlaştığı (Lee et al., 1993; Novick & Nussbaum 1981), düşünceleri öğrencilerdeki kavram yanılgılarından. Bu kavram yanılgılarının nedeni, öğrencilerin atomun bir elementin en küçük parçası olduğunu düşünmeleri ve elementle aynı özellikte olması gerektiğine inanmaları olabilir.

Makroskopik özelliklerin mikroskopik taneciklere verilmesinin diğer örnekleri, suyun sıcak- soğuk olması dolayısıyla taneciklerinin de sıcak- soğuk olması; naftalinin kokması gibi moleküllerinin de kokması; alkolün sıvı olması gibi moleküllerinin de sıvı olması yani küçük damlalar olabileceği şeklindeki yanlış kavramalardır (Andersson, 1990; Lee et al., 1993).

Ben-Zvi ve çalışma arkadaşları (1986), geliştirdikleri anketle 10. sınıf öğrencilerinin madde ile ilgili kavramalarını belirlemişlerdir. Öğrencilerden bir parça bakır telle, bakır buharlaştırıldığında elde edilen bir bakır atomunun özelliklerini karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrencilerin %50'si, bakır telin elektrik iletkenliği, renk, kırılgenlik gibi özelliklerinin tek bir bakır atomunun da özellikleri olduğunu ifade etmişlerdir.

Benzer şekilde Miller (2008) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilere kükürdün özellikleri (kırılgan, kristalli yapı, erime noktası, yoğunluğu ve oksijenle birleşerek kükürt dioksit oluşturması) verilerek bir kükürt atomunun bu özelliklerden hangisine sahip olacağı sorulmuş, makroskopik ve mikroskopik özellikleri ayırt edebilmeleri ölçülmüştür. Bu özelliklerin hepsinin bir kükürt atomunun özelliği olduğu yanlış kavramı öğrencilerin çoğunda tespit edilmiş ve öğretimden sonra bile anlamlı bir değişiklik kaydedilmemiştir.

Bazı öğrenciler madde erirken ya da donarken taneciklerinin eridiğini ya da taneciklerinin donduğunu düşünmektedirler. Bazı öğrenciler ise, su moleküllerinin 10°C 'de daha soğuk olduğunu düşünmektedirler (Boz, 2006).

Yine benzer olarak, Lee ve çalışma arkadaşları (1993) tarafından yapılan araştırmada, 6. sınıf öğrencilerinin su buz halindeyken moleküllerin daha soğuk olduğunu ve buz katı olduğu için moleküllerinin de katı ve sert olduğunu düşündükleri görülmüştür. Aynı araştırmada, öğrencilerin bir kısmı metal bir top ısıtılırsa moleküllerinin genleşeceğini, bu nedenle topun daha büyük olacağını belirtirken, bazı öğrenciler ise hava ısıtılırsa moleküllerinin de ısınacağını belirtmişlerdir. Öğrenciler -10°C 'de olan buz 0°C 'ye geldiğinde buz taneciklerinin eriyeceği şeklinde bir kavram yanılgısına da sahiptirler (Boz, 2006). Öğrencilerin buzdaki moleküllerin katı ve sert olduğunu düşünmelerine benzer olarak altın atomlarının da sert ve parlak olduklarını düşündükleri görülmektedir.

2.8.4.7. Tanecikler Arasındaki Bağlar ile İlgili Kavram Yanılgıları

Öğrencilerde bağlarla ilgili kavram yanılgıları da bulunmaktadır. Öğrenciler maddenin fiziksel hali ile tanecikler arasındaki ilişkiyi kuramamaktadırlar. Örneğin, bazı öğrenciler sıvı halde tanecikler arasında bağlar varken, katı halde bağların olmadığını (Boz, 2006) düşünürken, bazıları ise katı halde bağların olduğunu ama gaz halinde bağların olmadığını düşünmektedirler. Katı halde bağların olmayıp sıvı halde olduğunu düşünen öğrencilerin, sıvıların akışkan özelliğinden dolayı bağ içermediklerini söyledikleri görülmüştür (Boz, 2006).

Benzer araştırma sonuçları, Griffiths ve Preston (1992)'ın çalışmasında da gözlemlenmiştir. Onikinci sınıf öğrencilerine moleküllerin bir arada nasıl bulundukları, moleküllerin arasında ne bulunduğu, hal değişimlerinde moleküllerin bağlarına ne olduğu gibi konuyla ilgili kavram yanlışlarını açığa çıkartmak için, bazı sorular sorulduğunda, farklı kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Sorularda çıkış noktası olarak su örnek alınmıştır. Araştırmada öğrencilerin buzdaki moleküllerin birbirlerine hiç boşluk bırakmadan dokunduklarını ve moleküller arasında bağların bulunmadığını düşündükleri bulunmuştur. Bu öğrencilerin su moleküllerini yer çekimi kuvveti, açık hava basıncı, ısı gibi etkenlerin bir arada tuttuklarını düşündükleri görülmüştür. Öğrencilere madde katı halden sıvı hale ve gaz hale geçerken, taneciklerin birbirlerinden uzaklaşma nedeni sorulduğunda, öğrencilerin ısının moleküllerin genişlemesine yol açtığı ve bunun da erime sırasında taneciklerin dağılmasına neden olduğu şeklinde açıkladıkları gözlemlenmiştir.

Su molekülündeki bağlarla ilgili bir başka kavram yanılığı ise “ısı etkisi ile bir su molekülündeki atomları bir arada tutan bağların kopması” fikridir. Bazı öğrenciler bu kavram yanılığına bağlı olarak su ısıtıldığında kimyasal değişme olacağını, bu nedenle bağların kopacağını düşünmektedirler. Yine benzer olarak diğer bir kavram yanılığı da, su buharlaştığında havadaki oksijenle birlikte kimyasal bir tepkimenin oluşmasından dolayı, başka maddelerin meydana geleceği düşüncesidir (Pideci, 2002).

2.8.4.8. Tanecikler Arasındaki Boşluklar ve Tanecik Hareketi ile İlgili Kavram Yanlışları

Öğrencilerde tanecikler arasındaki boşluklarla ilgili düşünceler incelendiğinde, bazı kavram yanlışlarının var olduğu belirlenmiştir. Örneğin, bazı öğrenciler tanecikler arasındaki boşluğun varlığını kabul etmemektedirler. Boşluğun varlığını kabul edenler de, bu boşluğu başka bir madde ile doldurma eğilimi göstermektedirler. Öğrenciler bu boşluğun içerisinde hava, kir, sıvı madde veya bilinmeyen gazların olduğunu düşünmektedirler. Bazı öğrencilerin ise, bu boşluk içerisinde aynı maddenin olacağını düşündükleri görülmüştür. Örneğin, hava moleküllerinin arasında hava, su moleküllerin arasında su bulunduğuna dair açıklamalar öğrenciler tarafından yapılmıştır (Lee et al., 1993). Aslında öğrenciler gördükleri şeylere odaklanmakta ve taneciklerin arasının boş olduğunu düşünmekte zorluk çekmektedirler. Diğer bir ifadeyle katı ve sıvı bir maddeye

baktıklarında boşluk göremedikleri için taneciklerin arasında boşluk olduğunu düşünememektedirler.

Griffiths ve Preston (1992) tarafından yapılan araştırma da, diğer sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Araştırmaya katılan 12. sınıf öğrencileri, atomların arasında başka bir maddenin bulunduğunu söylemişlerdir. Bu maddenin ne olduğu sorulduğunda “hava,” “farklı maddeler, gaz, oksijen,” “elektiriksel şarj” gibi açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu araştırmada da öğrencilerin taneciklerin arasındaki boşlukları kavramsallaştırmada zorlandıkları belirlenmiştir. Taneciklerin hareketleriyle de ilgili öğrencilerde bazı kavram yanlışları bulunmaktadır (Boz, 2006; Griffiths & Preston, 1992; Lee et al., 1993). Birçok öğrenci moleküllerin sabit hareketini algılamakta güçlük çekmekte ve katı halde moleküllerin hareketsiz olduklarını düşünmektedirler (Boz, 2006; Lee et al., 1993).

Bu görüşe sahip olan öğrencilerin bir kısmının, katı haldeki maddelerin düzgün bir şekle sahip olması ya da katı halde taneciklerin birbirlerine çok yakın bulunmasından dolayı taneciklerin hareketsiz olduklarını belirttikleri görülmüştür (Boz, 2006). Bazı öğrenciler ise, moleküllerin dış kuvvetlerle hareketlenebileceğini düşünmektedirler. Örneğin havadaki moleküllerin rüzgarın etkisiyle hareket ettiğini söyleyen öğrenciler bulunmaktadır (Lee et al., 1993). Yine bir maddenin ne kadar çok boşluğu varsa o kadar hızlı hareket edeceği, bir molekülün hareket hızının boyutuna bağlı olacağı (küçük olanların daha hızlı hareket edeceği) ya da su moleküllerinin her fazda aynı hızda hareket ettiği düşünceleri, öğrencilerde taneciklerin hareketiyle ilgili görülen diğer kavram yanlışları arasındadır (Griffiths & Preston, 1992).

2.9. Piaget’nin Zihinsel Gelişim Dönemleri

Bodner (1986), yayınladığı bir makalesinde Piaget’nin zihinsel gelişim teorisini şu şekilde özetlemiştir;

“Piaget çocukların fen bilgisi öğrenmekte neden zorlandığını merak etmiş ve çocukların kimya hakkındaki fikirlerini almak için on dakikalık yazılı bir test hazırlamıştır. Cevapları incelediğinde, çocukların kimya konusunda oldukça zayıf olduğunu, kavramlar konusunda doğru imajlar oluşturamadıklarını tespit etmiştir.

Piaget'nin tespit ettiği diğer bir husus da, öğrencilerin öğretmenler tarafından daha ilk günden itibaren özel ya da sıradan öğrenci olarak sınıflandırılmasıdır. Piaget “bu durumun eğitim sisteminin bir sonucu olduğunu” belirtmiştir.

Bodner'e göre Piaget, düşüncenin gelişimi üzerine çalışmış “bilgiyi nasıl elde ederiz?” sorusunun cevabının bu olduğunu düşünmüştür. Özümleme ve uyum gibi kavramlar Piaget'nin “kavrayışla ilgili yapılar” kavramıyla anlam kazanmıştır. Piaget bireylerin dünyayı kendi gördükleri gibi algıladıklarını, yeni öğrenilen bilgilerin daha önce zihinde oluşturulan fikirlerle uyum sağlaması gerektiğini, aksi takdirde zihindeki uyumsuzlukların öğrenmeyi engelleyeceğini belirtmiştir (Bodner, 1986).

Yaklaşık 60 yıl çocuklar üzerinde araştırma yapan Piaget, zihinde yapılanma kuramını ortaya koymuştur. Fen eğitimcileri Piaget'in çalışmalarını 1960'lı yıllarda keşfetmişler ve günümüze kadar yapılan fen araştırmaları ile fen programlarını geliştirme çalışmaları, Piaget'den önemli ölçüde etkilenmiştir.

Piaget'nin fen öğretimine en büyük katkısı öğretim ortamında somut materyalleri kullanma ve araştırmaya dayalı öğrenmeye teşvik etmesidir. Piaget zihinsel gelişmeyi yaşa bağlı bir süreç olarak görür ve doğuştan yetişkinliğe doğru bu sürecin gelişim gösterdiğini savunur. Bu süreçleri kendi içinde 4 gruba ayırır. Bunlar:

1. Duyusal-Edimsel Dönem (0-2 yaş)
2. İşlem Öncesi Dönem (2-7 yaş)
3. Somut İşlemler Dönemi ($7 \geq 11$ yaş)
4. Soyut İşlemler Dönemi ($11 \geq$)

Bilişsel gelişim büyük ölçüde biyolojik olgunlaşmadan etkilenmekle birlikte, bireyin yaşını bilmek, onun hangi dönemde olduğunu bilmek için kesin bir ölçü olmamaktadır. Öte yandan, herhangi bir yaşta, bilişsel olarak birden fazla dönemin özelliklerini taşımak da olasıdır. Piaget ergenlik dönemi ve sonrasına denk gelen son gelişim dönemini, "soyut işlemler dönemi" olarak ifade etmektedir. Ancak, yine Piaget'e göre, bilişsel gelişim biyolojik olgunlaşma ile birlikte geçirilen yaşantılardan da etkilendiği için, bazı yetişkinlerin yaşları ne olursa olsun, soyut işlemler dönemine ulaşamamış olması da mümkün olabilir.

2.9.1. Duyusal-Edimsel Dönem (0-2 yaş)

Bebek bu aşamada dış dünyayı keşfetmede duyularını ve motor becerilerini kullandığından, bu döneme duyusal-motor adı verilmektedir. Bütün bebekler doğuştan refleksif davranışlara sahiptirler. Yeni doğan bebeğin dudaklarına dokunduğunuzda emmeye başlar; elinizi avucuna koyduğunuzda yakalar. Bu refleksler, çocuğun ilk biliş şemalarını oluşturur. Bebeğin çevresiyle etkileşimleri sonucu edindiği yaşantılarla oluşturduğu yeni bilişsel yapılar, refleksif davranışlardan, amaçlı davranışlara doğru ilerlemesini sağlar. Artık bebek, kendisine ilginç gelen bazı davranışları sadece tekrar etmez aynı zamanda bazı basit problemleri çözmeye de çalışır (Senemoğlu, 1998: 47).

2.9.2. İşlem Öncesi Dönem (2-7 yaş)

2-7 yaş aralığını kapsayan bu dönem kendi içinde sembolik (2-4 yaş) ve sezgisel (4-7 yaş) dönem olarak iki döneme ayrılır (Senemoğlu, 1998). Bu dönemde çocuğun kelime dağarcığı zenginleşir ve dili gelişir. Dil gelişimi sembolik düşünme becerisinin geliştiğinin göstergesidir. Sezgisel düşünme de bu dönemde gelişir. Çocuk sezgileriyle düşünür ve olaylara kendi bakış açısıyla açıklama getirir. 7- 8 yaşına kadar bu dönemde mantık yeterli değildir. Benmerkezci düşünce hâkimdir. Çocuk olayları başkalarının bakış açısıyla algılayamaz. Çocuk kendisini dünyanın merkezinde görür ve anne babası onu büyütmek için, arkadaşları da onunla oynamak için vardır. Cansız varlıkları canlı gibi düşünme ve ona göre davranış sergileme görülür. Tersine çevirme yeteneği gelişmemiştir. 1+5 ile 5+1'in aynı olduğunu kavrayamazlar. Tek bir özelliğe göre sınıflandırma yapabilirler, birden fazla özelliğe odaklanamazlar. Korunum ilkesi gelişmemiştir. Bir maddenin şekli ya da fiziksel özellikleri değiştiğinde kütlesinin ve hacminin sabit kaldığını kavrayamazlar (Piaget, 1972).

2.9.3. Somut İşlemler Dönemi (7 ≥ 11 yaş)

Bu dönemde çocuk kendi kafasında zihinsel işlemler yapabilir, görüşleri sıraya koyabilir, çocuk bütünü ve onun parçalarının çeşitli düzenlemelerini öğrenir. Korunum düşüncesi gelişmiştir. Çocuk madde miktarının, sıvı hacminin, uzunluğun ve ağırlığın korunumlarını kavrar. Sınıflama düşüncesi gelişmiştir.

Çocuk bir bütünü ve parçalarını aynı zamanda dikkate alabilir, bir bütün olarak gruplayabilir ve bir bütünü oluşturan elemanları belirleyebilir. Sıralama düşüncesi gelişmiştir. Bire bir eşleme yapabilir, ilişkileri, basit ilkeleri kullanır, neden-sonuç ilişkisini kavrar. Kavramlar, gözlenebilir eşya ve olaylara ilişkin basit önermeleri anlayabilir (Piaget, 1972).

2.9.4. Soyut İşlemler Dönemi (11 yaş ve üstü)

Piaget, bu basamağa erişmiş bir kişinin düşüncü biçiminin önermelerle akıl yürütme olduğunu belirtmektedir. Bu dönemdeki öğrencilerin hipotez kurma, bir konudaki tüm olası halleri dikkate alma yani kombinezonlarla düşünme, olaylardaki nedenleri, ilişkileri tanıma ve ilişkisel düşünme yetenekleri gelişmiştir.

Somut işlemler dönemindeki çocuklarla soyut işlemler dönemindeki ergenler arasındaki temel fark, ergenlerin bir olayın çok değişik yönlerini görebilmeleri ve bilgiyi soyut olarak üretebilmeleridir. Ayrıca dil gelişimi bakımından kavramların, atasözlerinin, deyimlerin anlaşılmasında artık problemleri yoktur. Ayrıca yazı dilini de bir yetişkin kadar etkili olarak kullanabilirler (Piaget, 1972).

Sonuç olarak çocuğun öğrenemeyeceği davranışları, zihin gelişiminin elvermediği bilişsel öğrenmeyi hedef alarak yapılan eğitim öğretimin çocukları fen dersinden soğutmak ve anlamlı öğrenmeyi etkisiz hale getirmekten başka bir işe yaramayacağı ortadadır. Bu nedenle Fen ve Teknoloji dersi eğitim programları, çocukların gelişim dönemlerinin özellikleri göz önünde bulundurularak hazırlanmalı, temel kavramların en basit, en kullanışlı şekilde gereksiz ayrıntılardan uzak ve mümkün olduğunca somutlaştırılarak anlatılmasına özen gösterilmelidir.

Araştırmanın örneklemini oluşturan ilköğretim 4, 5, 6, 7, 8. sınıf öğrencileri ile ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencileri Piaget'nin zihinsel gelişim basamaklarına göre sınıflandırılırken, ülkemizde öğrencilerin ilköğretimin birinci sınıfına altı yaşını bitirerek başladıkları göz önünde bulundurulmuştur.

Buna göre araştırmada ilköğretim 4 ve 5. sınıf öğrencilerinin somut işlemler döneminde, ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencileri ile ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin soyut işlemler döneminde oldukları kabul edilmiştir.

2.10. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatında Fizik, Kimya ve Biyoloji Konularının Dağılımı

İlköğretim Fen ve Teknoloji dersi ile öğrencilere lise öğrenimi boyunca alacakları fizik, kimya ve biyoloji konularının temel bilgi ve becerileri sunulmaktadır. Bu bağlamda ilköğretim Fen ve Teknoloji müfredatında yer alan konuların fizik, kimya ve biyoloji alanlarına dağılımı önem kazanmaktadır. İlköğretim 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf Fen ve Teknoloji ders kitapları incelenerek, ünitelerin ve ünitelerdeki konuların dağılımı belirlenmiştir. İlköğretim 4-5-6-7 ve 8 Fen ve Teknoloji öğretim programında dört öğrenme alanı bulunmaktadır. Bu öğrenme alanları “Canlılar ve Hayat”, “Madde ve Değişim”, “Fiziksel Olaylar”, “Dünya ve Evren” olarak belirlenmiştir. Bu öğrenme alanlarından “Canlılar ve Hayat” biyoloji konularını; “Madde ve Değişim” kimya konularını; “Fiziksel Olaylar” ise fizik konularını içermektedir.

2.10.1. Dördüncü Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatındaki Ünite ve Konu Dağılımı

Dördüncü sınıf Fen ve Teknoloji dersi ünitelerinin isimleri ve ünitelerdeki konu dağılımı şu şekildedir:

1. Ünite: Vücudumuz Bilmecesini Çözelim (Öğrenme Alanı: Canlılar ve Hayat)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Destek ve Hareket
2. Soluk Alıp Verme
3. Kanın Vücutta Dolaşımı
4. Egzersiz Yapalım

2. Ünite: Maddeyi Tanıyalım (Öğrenme Alanı: Madde ve Değişim)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Çevremizde Sayısız Maddeler Var

2. Maddenin Halleri
3. Maddenin Ölçülebilir Özellikleri
4. Maddenin Değişimi
5. Maddenin Isı Etkisi İle Değişimi
6. Maddeler Doğada Karışık Haldedir
7. Karışımlar Ayrılabilir mi?

3. Ünite: Kuvvet ve Hareket (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Hareketli Varlıkları Gözlemleyelim
2. Cisimleri Hareket Ettirme ve Durdurma
3. Kuvvet Cisimlerin Hareketini ve Şeklini Etkiler

4. Ünite: Işık ve Ses (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Işık ve Işık Kaynakları
2. Geçmişten Günümüze Aydınlatma
3. Ses ve Ses Kaynakları
4. Ses ve Titreşim

5. Ünite: Gezegenimiz Dünya (Öğrenme Alanı: Dünya ve Evren)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Dünya'mızın Şekli Neye Benzer
2. Dünya'mızın Yapısını Tanıyalım

6. Ünite: Canlılar Dünyasını Gezelim Tanıyalım (Öğrenme Alanı: Canlılar ve Hayat)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Çevremizdeki Varlıkları Tanıyalım
2. Yaşadığımız Çevre

7. Ünite: Yaşamımızdaki Elektrik (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Elektriği Tanıyalım

2. Pillerle Tanışalım

Dördüncü sınıf ünitelerini ve konu dağılımını incelediğimizde, iki ünitenin “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı içinde yani biyoloji, üç ünitenin “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde yani fizik, bir ünitenin ise “Madde ve Değişim” öğrenme alanı içinde yani kimya dersine yönelik olduğu söylenebilir. Bir ünite ise “Dünya ve Evren” öğrenme alanı içindedir. Ders kitabında bu ünitelere ayrılan sayfa sayıları da incelendiğinde, biyoloji konularının 64 sayfada, fizik konularının 79 sayfada, kimya konularının ise 47 sayfada ele alındığı belirlenmiştir. Ders kitabında konulara ayrılan sayfa sayılarına yüzde olarak baktığımızda ise, biyoloji konularının %33.7, fizik konularının %41.6, kimya konularının ise %24.7 oranlarında olduğu görülmektedir. Ders kitabında yüzde olarak en az payı kimya konuları almaktadır (Aydın, Çağlayan ve Peker, 2011).

Somut işlemler döneminde olan dördüncü sınıf öğrencilerine yönelik müfredatta “Maddeyi Tanıyalım” ünitesi kapsamında, öğrencilere madde ile ilgili duyu organları ile algılayabildikleri kavramlar öğretilmektedir. Isı etkisi ile hal değişimi konusu maddenin parçacıklı yapısına değinilmeden verilmektedir. Dördüncü sınıf Fen ve Teknoloji dersi müfredatında biyoloji ve fizik konularının, kimya konularına kıyasla daha ağırlıklı yer aldığı görülmektedir.

Dördüncü sınıf “Maddeyi Tanıyalım” ünitesinin kazanım sayısı 46 ve bu kazanımlar için programda önerilen ders saati süresi 36’dır. Ders saati süresi, eğitim-öğretim yılındaki toplam Fen ve Teknoloji ders saati süresinin, %25’ini oluşturmaktadır. “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı içinde yer alan biyoloji ünitelerinin kazanım sayısı 39, bu kazanımlar için programda önerilen ders saati süresi 39’dur. Bu süre toplam sürenin %30.6’sını oluşturmaktadır. “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde bulunan fizik ünitelerinin kazanım sayısı 76, bu kazanımlar için ayrılan süre 48 saattir. Bu süre toplam sürenin %33.3’ünü oluşturmaktadır. Kazanım sayılarına ve programda ayrılan ders saati sürelerine baktığımızda da, fizik ve biyoloji konularının, kimya konularına göre müfredatta daha çok yer aldığı görülmektedir (MEB, 2005a).

“Maddeyi Tanıyalım” ünitesinin kazanımları şöyle sıralanmaktadır (MEB,2005a):

Madde, cisim, malzeme ve eşya kavramlarıyla ilgili olarak öğrenciler;

1. Maddeleri beş duyu organı ile fark edilen özellikleri ile niteler.
2. Maddeleri beş duyu organı ile fark edilen özelliklerine göre sınıflandırır.
3. Varlıkların sınıflandırılmasında belirsizlik olabileceğinin farkına varır.
4. Anlaşmazlık halinde bilimin önemini kavrar; Atatürk'ün akıl ve bilim ile sorunlara nasıl yaklaştığını açıklar.
5. Madde, cisim, malzeme, eşya, alet vb. kavramları cümle içinde doğru olarak kullanır.
6. Mıknatıslar tarafından çekilen ve çekilmeyen maddeleri ayırt eder.
7. Maddeleri suda yüzme - suda batma, ıslanma - kuru kalma, su çekme – çekmeme özelliklerine göre sınıflandırır.
8. Maddelerin özellikleri ile gündelik hayatta kullanım alanları arasında ilişki kurar.
9. Atatürk'ün akılcılığa ve bilime verdiği önemi fark eder.

Katıların, sıvıların ve gazların temel özellikleriyle ilgili olarak öğrenciler;

1. Katıların belirli bir şekli olduğunu fark eder.
2. Sıvıların, konuldukları kabın şeklini aldığı farkına varır.
3. Küçük taneli katıların sıvılara benzer davrandığını fark eder.
4. Havanın varlığını nasıl fark edebileceğini açıklar.
5. Gazların bulundukları ortamda yayıldığını gösteren deney tasarlar.
6. Gazların, çok küçük gözeneklerden kaçabildiğini gösteren deney tasarlar.
7. Maddeleri, katı, sıvı ve gaz hallerine göre sınıflandırır.

Hacim ve kütle kavramları ve birimleri ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Katı ve sıvı maddelerin kütlelerini ölçer; g ve kg cinsinden ifade eder.
2. Gazların kütlelerinin olduğunu göstermek için deney tasarlar.
3. Kütle birimlerini (kg-g/g-kg) birbirine çevirir.
4. Sıvıların hacimlerini ölçüp l ve ml cinsinden belirtir.
5. Hacim birimlerini (l-ml/ml-l) birbirine çevirir.
6. Katıların hacmini ölçmek için yöntem önerir; bu yöntemle bir katının hacmini ölçer.
7. Ölçü birimlerinde uluslararası sistemi kabul etmenin insan ilişkileri ve ticaret açısından önemini açıklar.

Doğal-işlenmiş-yapay madde ayrımı ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Doğal, işlenmiş ve yapay madde kavramlarını ayırt eder.
2. Doğal, işlenmiş ve yapay tüketim maddelerine örnekler verir.
3. Doğa olaylarından rüzgâr, akarsu, yağmur ve buzlanmanın madde üzerine etkisini örnekleriyle açıklar.
4. Doğal kaynakların neden dikkatli tüketilmesi gerektiğini, bu konuda insanların bilgilendirilmesinin önemini açıklar.

Maddenin halleri arasındaki dönüşüm ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Farklı maddelerin sıcaklığını termometre ile ölçer ve °C ile ifade eder.
2. Sıcak ve soğuk maddelerin teması sırasında meydana gelen sıcaklık değişimlerini gösteren deney tasarlar.
3. Isınma-soğuma sürecinin ısı alışverişi ile gerçekleştiği çıkarımını yapar.
4. Isının katı maddelerde yol açtığı erime ve bozunma değişimlerini deneyle gösterir.
5. Sıvıların, soğutulduğunda katı hale dönüştüğünü deneyle gösterir.
6. Sıvıların şekil almasıyla malzemelerin kalıba dökülmesi arasında ilişki kurar.

Saf madde ve karışım arasındaki farklarla ilgili olarak öğrenciler;

1. Birden çok saf maddenin bir araya gelerek karışım oluşturduğunu fark eder.
2. Karışan maddelerin karışma sonunda kimliklerini koruduğunu deneyle gösterir.
3. Bildiği saf ve karışık maddeleri listeler.
4. Bazı maddelerin suda çözündüğünü, bazılarının ise suda çözünmediğini fark eder.
5. Suda çözünen maddenin kaybolmadığını gösteren deney tasarlar.
6. Erime ile çözünme arasındaki farkı açıklar.
7. Topraktaki tuzun yağmur suları ile çözünüp taşınmasının denizlerin tuzluluğu ile ilişkisini kurar.
8. Saf madde ile karışım arasındaki farkı açıklar.

Bazı basit karışımları ayırma yöntemleriyle ilgili olarak öğrenciler;

1. Uygun bazı karışımların süzme yöntemi ile ayrılabilirliğini tahmin eder.
2. Suda çözünen maddelerin süzme yöntemi ile ayrılmayacağını, buharlaştırmanın bir seçenek olduğunu fark eder.
3. Çöplerdeki demirli atıkların ayrılması için yöntem önerir.
4. Buharlaştırmanın bir ayırma tekniği olduğunu hazır yiyeceklerden örnekler vererek açıklar.
5. Suda çözünmeyen maddeler karışımının uygun hallerde yüzdürülerek ayrılması için yöntem önerir.
6. Suda yüzdürerek ayırmanın temel koşulunu açıklar.

2.10.2. Beşinci Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatındaki Ünite ve Konu Dağılımı

Beşinci sınıf Fen ve Teknoloji dersi ünitelerinin isimleri ve ünitelerdeki konu dağılımı şu şekildedir:

1. Ünite: Vücudumuz Bilmecesini Çözelim (Öğrenme Alanı: Canlılar ve Hayat)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Besinler ve Dengeli Beslenme
2. Yediklerimize Ne Olur?
3. Boşaltım Nasıl Oldur?
4. Sağlık Düşmanları Sigara ve Alkol

2. Ünite: Maddenin Değişimi ve Tanınması (Öğrenme Alanı: Madde ve Değişim)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Su Halden Hale Girer
2. Isı- sıcaklık
3. Isı Maddeleri Etkiler
4. Maddenin Ayırt Edici Özellikleri

3. Ünite: Kuvvet ve Hareket (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Temas Gerektirmeyen Sihirli Kuvvetler
2. Mıknatıslarla Oynayalım
3. Sürtünmenin Hayatımızdaki Yeri

4. Ünite: Yaşamımızdaki Elektrik (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Basit Elektrik Devreleri Oluşturalım
2. Devre Resimlerimizi Sembollerle İfade Edelim

5. Ünite: Dünya, Güneş ve Ay (Öğrenme Alanı: Dünya ve Evren)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Dünya, Güneş ve Ay'ın Şekil ve Büyüklükleri
2. Dünyamız Yerinde Duramıyor
3. Söyle Söyle Ay Dede Bu Değişimlerin Sırrı Ne?

6. Ünite: Canlılar Dünyasını Gezelim Tanıyalım (Öğrenme Alanı: Canlılar ve Hayat)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Canlıları Sınıflandıralım
2. Bitkileri Sınıflandıralım
3. Hayvanları Sınıflandıralım
4. Mantarları Tanıyalım
5. Mikroskobik Canlıları Tanıyalım
6. Yaşadığımız Çevre

7. Ünite: Işık ve Ses (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Işık Nasıl Yayılır?
2. Işık, Bir Engelle Karşılaşırsa Ne Olur?
3. Işık Oyunları: Gölgeler
4. Güneş ve Ay Tutulması
5. Ses Boşlukta Yayılmaz

6. Sesin Yayılmasını Önleyebilir miyiz?

7. Ses Teknolojileri

Beşinci sınıf ünitelerini ve konu dağılımını incelediğimizde, iki ünitenin “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı içinde yani biyoloji, üç ünitenin “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde yani fizik, bir ünitenin ise “Madde ve Değişim” öğrenme alanı içinde yani kimya dersine yönelik olduğu söylenebilir. Bir ünite de “Dünya ve Evren” öğrenme alanı içinde yer almaktadır. Ders kitabında bu ünitelere ayrılan sayfa sayıları da incelendiğinde, biyoloji konularının 74 sayfada, fizik konularının 64 sayfada, kimya konularının ise 49 sayfada ele alındığı belirlenmiştir. Ders kitabında konulara ayrılan sayfa sayılarına yüzde olarak baktığımızda biyoloji konularının %39.6, fizik konularının %34.2 ve kimya konularının %26.2 oranlarında yer aldığı görülmektedir. Ders kitabında kimya konularının, fizik ve biyoloji konularına oranla daha az yer aldığı söylenebilir (Şahin, Akar, Önder, Karataş ve Yurt, 2012).

Somut işlemler döneminde olan beşinci sınıf öğrencilerine yönelik müfredatta “Maddenin Değişimi ve Tanınması” ünitesi kapsamında öğrencilere madde ile ilgili duyu organları ile algılayabildikleri kavramlar öğretilmektedir. Isı etkisi ile hal değişimi, ısı ve sıcaklık, maddenin ayırt edici özellikleri konuları maddenin parçacıklı yapısına değinilmeden verilmektedir. Beşinci sınıf Fen ve Teknoloji dersi müfredatında biyoloji ve fizik konularının, kimya konularına kıyasla daha ağırlıklı yer aldığı görülmektedir.

Beşinci sınıf “Maddenin Değişimi ve Tanınması” ünitesinin kazanım sayısı 46, bu kazanımlar için programda ayrılan ders saati süresi ise 26’dır. Bu süre toplam sürenin %25’ini oluşturmaktadır. “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı içinde yer alan ünitelerin kazanım sayısı 55, bu kazanımlar için programda önerilen süre 50 ders saatidir. Bu süre toplam sürenin %34.72’sini oluşturmaktadır. “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde yer alan ünitelerin kazanım sayısı 76, bu kazanımlar için ayrılan ders saati 46’dır. Bu süre toplam sürenin %31.94’ünü oluşturmaktadır. Kazanım sayısı ve bu kazanımlara ayrılan ders saati sürelerine bakıldığında, fizik ve biyoloji ünitelerine ait kazanımların ve ders saati sürelerinin, kimya ünitesine ait kazanımlardan ve ders saati süresinden daha çok olduğu görülür (MEB, 2005a).

“Maddenin Değişimi ve Tanınması” ünitesinde yer alan kazanımlar şöyle sıralanmaktadır (MEB,2005a):

Yağmur ve karın oluşumu ve yeryüzünde suyun uğradığı değişimlerle ilgili olarak öğrenciler;

1. Yağmur, kar, buz, sis ve bulutun su olduğunu fark eder.
2. Suyun ısınınca buharlaştığını, buharın da soğuyunca yoğuştuğunu gösteren deney tasarlar.
3. Buharlaşıma ile suyun havaya döndüğü ve yağışlarla buharlaşmanın birbirini dengelediği çıkarımında bulunur.
4. Su döngüsü ile yağış– buharlaşma dengesi arasında ilişki kurar.
5. Su döngüsünün gerçekleşmesi için enerji kaynağı gerektiği çıkarımında bulunur.
6. Kökeni güneş olan enerji kaynaklarını açıklar.
7. Güneş enerjisinin yeryüzüne ışınlarla ulaştığını bilir.
8. Güneş ışınlarının ulaştıkları maddeyi ısıttığını deneyle gösterir.
9. Güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüştüğü sonucunu çıkarır.

Isı ve sıcaklık kavramlarının farkını kavramak için öğrenciler;

1. Sıcaklığı yüksek olan maddelerin temas ettiği soğuk maddeleri ısıttığını gösteren deney tasarlar.
2. Aynı maddenin, az ısı verilince az, çok ısı verilince çok ısındığını deneyle gösterir.
3. Aynı miktar ısı verilince miktarı az olan maddenin çok, miktarı çok olan maddenin az ısındığını deneyle gösterir.
4. Maddelerin yandığında ısı verdiğini gösteren deney tasarlar.
5. Isı ve sıcaklığın farkını gözlemlerine dayanarak açıklar.
6. Isınmak için kullanılan yakıtları listeler.
7. Yakıtlardan elde edilen ısının harekete dönüşebildiğini deneyle gösterir.
8. Isı birimlerinin joule ve kalori olduğunu bilir.
9. 1 joule ve 1 kalorinin büyüklüğünü günlük hayattan örnekler vererek açıklar.
10. Joule ve kalori cinsinden verilmiş enerjileri birbirine dönüştürür.

Isının madde üzerindeki etkileri ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Isı-sıcaklık ilişkisi deneyimlerinden, ısıнын maddeler üzerindeki en belirgin etkisinin ısınma-soğuma olduğu çıkarımını yapar.
2. Isı etkisiyle maddelerin hacimlerinin arttığını, gündelik hayattan örneklerle doğrular.
3. Isı alma-verme ile genleşme-büzülme arasında ilişki kurar.
4. Genleşmenin çevremizdeki olumlu ve olumsuz etkilerinin farkına varır.

Buharlaştırma-yoğuşma ve kaynama ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Sıvıların ısı alarak buharlaştığını ve buharın yoğuşurken ısı verdiğini deneyle gösterir.
2. Buharlaştırmanın her sıcaklıkta olabileceğini gösteren deney tasarlar.
3. Deney sonuçlarını kullanarak sıcaklık arttıkça buharlaştırmanın hızlanacağı çıkarımında bulunur.
4. Bir sıvı kaynarken gözlemlerini ifade eder.
5. Kaynayan sudan çıkan kabarcıkların su buharı olduğunu gösteren deney tasarlar.
6. Kaynama ve buharlaştırma arasındaki farkı açıklar.

Saf maddelerin kaynama sıcaklıkları ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Saf maddelerin kaynama sıcaklıklarının sabit olduğunu gösteren deney tasarlar.
2. Kaynama sıcaklıklarına bakılarak sıvıların tanınabileceğini fark eder.
3. Bilimsel ölçme sonuçlarının yer ve zaman değişse de birbirine yakın çıkacağını doğrular.
4. Ölçmenin ve akılcılığın zan ve tahminden farkını açıklar.

Saf maddelerin erime ve donma sıcaklıkları ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Katıların ısı alarak eridiğini, sıvıların ısı vererek donduğunu fark eder.
2. Saf bir maddenin erime-donma sıcaklığının sabit olduğunu deneyle gösterir.
3. Aynı maddenin, erime sıcaklığının donma sıcaklığına çok yakın olduğunu deney sonuçlarından çıkarır.
4. Erime-donma sıcaklıklarına bakarak, maddelerin tanınabileceğini bilir.

“Ağır” ve “yoğun” kavramları ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Deneyimlerini kullanarak, suda batan ve suda yüzen maddelere örnekler verir.
2. Suda yüzme-batma olayının tek başına kütle veya hacim ile açıklanamayacağını deneyi gösterir.
3. Eşit hacimli, biri suda batan diğeri yüzen iki maddenin hangisinin kütlelerinin daha büyük olacağını tahmin eder.
4. Batan maddenin yüzen maddeden daha yoğun olduğunu ifade eder.
5. Yoğunluk tanımını ve birimini bilir.
6. Yoğunluğun ayırt edici bir özellik olduğunu bilir.
7. Yoğunluklar listesine bakarak farklı maddelerden yapılmış eşit hacimli cisimlerin kütlelerini karşılaştırır.
8. Suyun katı ve sıvı hallerinin yoğunluk farkının suda yaşayan canlılar için önemini açıklar.
9. Yoğunluklar listesine bakarak farklı gereçlerin yapımı için uygun malzemeler önerir.

2.10.3. Altıncı Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatındaki Ünite ve Konu Dağılımı

Altıncı sınıf Fen ve Teknoloji dersi ünitelerinin isimleri ve ünitelerdeki konu dağılımı şu şekildedir:

1. Ünite: Canlılarda Üreme Büyüme ve Gelişme (Öğrenme Alanı: Canlılar ve Hayat)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Hücre
2. İnsanda Üreme Büyüme ve Gelişme
3. Hayvanlarda Üreme Büyüme ve Gelişme
4. Çiçekli Bitkilerde Üreme Büyüme ve Gelişme

2. Ünite: Kuvvet ve Hareket (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Sürati Ölçelim
2. Kuvveti Ölçelim

3. Dengelenmiş ve Dengelenmemiş Kuvvetler

4. Ağırlık Bir Kuvvettir

3. Ünite: Maddenin Parçacıklı Yapısı (Öğrenme Alanı: Madde ve Değişim)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Maddenin Yapı Taşları: Atomlar
2. Elementler, Bileşikler, Moleküller
3. Fiziksel Değişim- Kimyasal Değişim
4. Maddenin Halleri ve Parçacıklı Yapısı

4. Ünite: Yaşamımızdaki Elektrik (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Hangi Maddeler Elektrik Enerjisini İletir?
2. Yalıtkanlar Sizi Korusun
3. İletkeni Değiştir, Ampulün Parlaklığı Değişsin
4. Ampulün de Bir Direnci Vardır

5. Ünite: Vücudumuzda Sistemler (Öğrenme Alanı: Canlılar ve Hayat)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Destek ve Hareket Sistemi
2. Dolaşım Sistemi
3. Solunum Sistemi

6. Ünite: Madde ve Isı (Öğrenme Alanı: Madde ve Değişim)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Maddenin Parçacıklı Yapısı ve Isı
2. Isının Yayılması
3. Isı Yalıtımı

7. Ünite: Işık ve Ses (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Işık Madde İle Karşılaşınca Ne Olur?
2. Çeşitli Yüzeylerde Yansıma
3. Aynaların Kullanıldığı Yerler

4. Ses Madde İle Karşılaşınca Ne Olur?
5. Bir Ses Oyunu: Yankı
6. Sesin Soğurulması

8. Ünite: Yerkabuğu Nelerden Oluşur? (Öğrenme Alanı: Dünya ve Evren)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Kayaçları Sınıflandırılma
2. Fosiller
3. Toprak Çeşitleri ve Erozyon
4. Yer Altı ve Yer Üstü Su Kaynakları Nelerdir?
5. Yer Kabuğunun Doğal Anıtları

Altıncı sınıf ünitelerini ve konu dağılımını incelediğimizde, iki ünitenin “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı içinde yani biyoloji, üç ünitenin “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde yani fizik, iki ünitenin ise “Madde ve Değişim” öğrenme alanı içinde yani kimya dersine yönelik olduğu söylenebilir. Ders kitabında bu ünitelere ayrılan sayfa sayıları da incelendiğinde, biyoloji konularının 74 sayfada, fizik konularının 110 sayfada, kimya konularının ise 61 sayfada ele alındığı belirlenmiştir. Ders kitabında yer alan konuların yüzde olarak dağılımına baktığımızda, biyoloji konularının %30.2, fizik konularının %44.9, kimya konularının ise %24.9 oranlarında yer aldığı görülmektedir. Kimya konularına ayrılan miktar, fizik ve biyoloji konularına oranla daha azdır (Altıntaş, 2012).

Soyut işlemler döneminde olan altıncı sınıf öğrencilerine yönelik müfredatta, “Maddenin Parçacıklı Yapısı” ünitesi kapsamında öğrencilere bütün maddelerin “atom” adı verilen parçacıklardan oluştuğu kavramı verilmektedir. Element, bileşik ve molekül kavramlarının öğretiminde ise öğrencilerin oyun hamurlarından kendilerinin yaptıkları top-çubuk modellere dayalı etkinlikler yer almaktadır. Aynı zamanda hal değişimi ve fiziksel- kimyasal değişim olaylarında maddenin parçacıklı yapısının durumu da, müfredatta yer almaktadır. Altıncı sınıf konularının dağılımında fizik ve biyoloji konularının daha fazla yer aldığı, kimya konularının yoğunluğunun fizik ve biyoloji konularına kıyasla oldukça az olduğu görülmektedir.

“Madde ve Değişim” öğrenme alanı içinde bulunan iki üniteye yer alan kazanım sayısı 44 ve bu kazanımlar için programda önerilen ders saati 48 saattir. Bu süre toplam sürenin %33.3’ünü oluşturmaktadır. “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı içinde yer alan ünitelere ait kazanım sayısı 64, bu kazanımlar için programda önerilen süre 38 ders saatidir. Bu süre toplam sürenin %26,4’ünü oluşturmaktadır. “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde yer alan ünitelerin kazanım sayısı 70, bu kazanımlar için ayrılan süre 44 ders saatidir. Bu süre toplam sürenin %30.5’ini oluşturmaktadır. Altıncı sınıf müfredatında kimya ünitelerine ait kazanım sayısının biyoloji ve fizik ünitelerine göre daha az olduğu görülmektedir. Ancak kazanımlara programda ayrılan ders saati sürelerine bakıldığında kimya ünitelerine fizik ve biyoloji ünitelerine göre daha çok zaman ayrıldığı görülmektedir (MEB, 2005b).

“Madde ve Değişim” öğrenme alanı içinde yer alan “Maddenin Parçacıklı Yapısı” ile “Madde ve Isı” ünitelerinde yer alan kazanımlar şöyle sıralanmaktadır (MEB, 2005b):

Maddenin yapı taşları olan atom ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Katıların, sıvıların ve gazların sıkışma-genleşme özelliklerini karşılaştırır.
2. Gazların sıkışma-genleşme özelliklerinden, gazlarda boşluk olduğu çıkarımını yapar.
3. Maddelerin görünmez küçük parçalara bölünebildiğini deney yaparak fark eder.
4. Maddelerin nereye kadar ardışık bölünebileceğini sorgular.
5. Her türden maddenin bölünmesi zor, görülemeyecek kadar küçük yapı taşlarından oluştuğunu belirtir.
6. Maddenin, küreye benzer yapı taşlarını atom şeklinde adlandırır.
7. Atom kavramı ile ilgili düşüncelerin zaman içinde değiştiğini fark eder.
8. Atomların daha da küçük parçacıklardan oluştuğunu ifade eder.

Maddelerin özellikleriyle parçacıklı yapısı arasında ilişki kurmak bakımından öğrenciler;

1. Maddelerin farklı olmasından yola çıkarak atomların da farklı olabileceği sonucuna ulaşır.
2. Aynı cins atomlardan oluşmuş maddeleri “element” şeklinde adlandırır.

3. Bileşik modelleri üzerinde farklı element atomlarını ayırt eder.
4. Farklı atomlar içeren saf maddeleri “bileşik” olarak adlandırır.
5. Basit model veya resimler üzerinde molekülleri gösterir.
6. Basit molekül modelleri yapar.
7. Her molekülde belirli sayıda atom bulunduğu çıkarımını yapar.
8. Model üzerinde molekül içeren ve içermeyen maddeleri birbirinden ayırt eder.

Fiziksel ve kimyasal değişimlerin atom-molekül düzeyinde açıklaması ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Maddenin sadece görünümünün değiştiği olaylara örnekler verir.
2. Bir maddenin değişerek başka bir maddeye/maddelere dönüştüğü olaylara örnekler verir.
3. Fiziksel değişimlerde değişen maddenin kimlik değiştirmedini vurgular.
4. Kimyasal değişimlerde madde kimliğinin değiştiğini fark eder.
5. Atom-molekül modelleri ile temsil edilmiş değişimlerde fiziksel ve kimyasal olayları ayırt eder.
6. Çok sayıda atom ve molekül içeren maddelere bakarak, “saf madde” ve “karışım” kavramlarını atom ve molekül düzeyinde fark eder.

Maddenin halleri ile parçacıklı yapı arasında ilişki kurmak bakımından öğrenciler;

1. Gazların genleşme-sıkışma özelliklerinden, moleküllerinin bağımsız olduğu çıkarımını yapar.
2. Sıvıların çok fazla sıkıştırılamayışlarından, moleküllerinin birbiri ile temas halinde olduğu sonucunu çıkarır.
3. Akma özelliklerinden yararlanarak sıvı molekülleri arasında az da olsa boşluk bulunduğu çıkarımını yapar.
4. Gazların ve sıvıların akma özelliklerinden, moleküllerinin öteleme hareketi yapabildiği çıkarımına ulaşır.
5. Katılarda atom ve moleküllerin öteleme hareketi yapmadığını tahmin eder.

Maddenin parçacıklı yapısı ve ısı ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Gözlem yaparak maddeler ısındıkça taneciklerin hızlandığı sonucuna varır.
2. Maddeler arası ısı aktarımı ile atom-moleküllerin çarpışması arasında ilişki kurar.

Isının yayılma yolları ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Katılarda ısı iletimini deney ile gösterir.
2. Isıyı iyi ileten katıları ısı iletkeni şeklinde adlandırır.
3. Isıyı iyi iletmeyen katıları ısı yalıtkanı şeklinde adlandırır.
4. Gündelik gözlem ve deneyimlerinden, doğrudan temas olmadan ısı aktarımı olabileceği çıkarımını yapar.
5. Isının ışıma yoluyla yayılabileceğini belirtir.
6. Geceleri yeryüzünün neden soğuduğunu sorgulayıp açıklar.
7. Yüzeyi koyu renkli cisimlerin, açık renklilerden daha hızlı ısınmasının sebebinin açıklar.
8. Isı yalıtım kaplarının yüzeylerinin neden parlak kaplandığını izah eder.
9. Sıvılarda konveksiyon ile ısı yayılmasını deneyle gösterir.
10. Isının iletim, konveksiyon ve ışıma yolu ile yayıldığı durumları ayırt eder.

Isı yalıtımının teknolojik önemi ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Yalıtımın hangi durumlarda gerekli olabileceğini tahmin eder.
2. Yalıtım yerine iletimin tercih edildiği durumlara örnekler verir.
3. Yaygın ısı yalıtım malzemelerine örnek verir.
4. Farklı amaçlar için kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçiminde, yalıtkanlık özellikleri yanında başka nelerin hesaba katılması gerektiğini irdeler.
5. Binalarda yalıtımın enerji tüketimi ile ilişkisini açıklar.

2.10.4. Yedinci Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatındaki Ünite ve Konu Dağılımı

Yedinci sınıf Fen ve Teknoloji dersi ünitelerinin isimleri ve ünitelerdeki konu dağılımı şu şekildedir:

1. Ünite: Vücudumuzda Sistemler (Öğrenme Alanı: Canlılar ve Hayat)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Sindirim Sistemimiz ve Sindirim Sistemi Sağlığımız
2. Boşaltım Sistemimiz ve Boşaltım Sistemi Sağlığımız
3. Denetleyici ve Düzenleyici Sistemimiz
4. Duyu Organlarımız
5. Vücudumuzdaki Sistemlerin Sağlığı

2. Ünite: Kuvvet ve Hareket (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Sarmal Yayları Tanıyalım
2. İş ve Enerji
3. Hayatımızı Kolaylaştıran Basit Makineler
4. Sürtünme Kuvveti ve Enerji

3. Ünite: Yaşamımızdaki Elektrik (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Cisimleri Elektrikleyelim
2. Elektrik Akımı Nedir?
3. Seri ve Paralel Bağlama

4. Ünite: Maddenin Yapısı ve Özellikleri (Öğrenme Alanı: Madde ve Değişim)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Elementler ve Özellikleri
2. Atomun Yapısı
3. Katman Elektron Dizilimi ve Kimyasal Özellikler
4. Kimyasal Bağ
5. Bileşikler ve Formülleri
6. Karışımlar

5. Ünite: Işık (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Işığın Soğurulması
2. Cisimler Nasıl Renkli Görünür?

3. Işığın Kırılması

4. Mercekler ve Kullanım Alanları

6. Ünite: İnsan ve Çevre (Öğrenme Alanı: Canlılar ve Hayat)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Ekosistemler
2. Biyolojik Çeşitlilik
3. Çevre Sorunları ve Etkileri

7. Ünite: Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi (Öğrenme Alanı: Dünya ve Evren)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Gök cisimlerini Tanıyalım
2. Güneş Sistemimiz
3. Uzay Araştırmaları

Yedinci sınıf ünitelerini ve konu dağılımını incelediğimizde, iki ünitenin “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı içinde yani biyoloji, üç ünitenin “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde yani fizik, bir ünitenin ise “Madde ve Değişim” öğrenme alanı içinde yani kimya dersine yönelik olduğu söylenebilir. Ders kitabında bu ünitelere ayrılan sayfa sayıları da incelendiğinde, biyoloji konularının 76 sayfada, fizik konularının 91 sayfada, kimya konularının ise 57 sayfada ele alındığı belirlenmiştir. Konulara ayrılan sayfa sayılarına yüzde olarak bakarsak, biyoloji konularının %33.9, fizik konularının %40.7, kimya konularının %25.4 oranlarında olduğunu görürüz. Ders kitabında kimya konularına ayrılan alan, fizik ve biyoloji konularına oranla daha azdır (Topaloğlu, 2012).

Altıncı sınıfta parçacıklı yapı, element ve bileşik kavramlarını öğrenen öğrencilere yedinci sınıfta element sembolleri, atomda elektronların dizilimi, kimyasal bağ ve bağ çeşitleri, bileşik formülleri ve karışım kavramları verilmektedir. Ders kitabında konuların dağılımına bakıldığında kimya konularının, fizik ve biyoloji konularına oranla daha az yoğunlukta yer aldığı görülmektedir.

Yedinci sınıf “Madde ve Değişim” öğrenme alanı içinde yer alan “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde yer alan kazanım sayısı 46, bu kazanımlar için programda önerilen ders saati süresi ise 40’tır. Bu süre toplam sürenin %27,8’ini oluşturmaktadır. “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı içinde yer alan ünitelere ait kazanım sayısı 39, bu kazanımlar için pgogramda önerilen süre 42 ders saatidir. Bu süre toplam sürenin %29.2’sini oluşturmaktadır. “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde yer alan ünitelere ait kazanım sayısı 95, bu kazanımlar için programda önerilen süre 48 ders saatidir. Bu süre toplam sürenin %33.3’ünü oluşturmaktadır. Kazanım sayılarına bakıldığında fizik konularının ilk sırada yer aldığı, sonra kimya konularının yer aldığı görülür. Ancak programda kazanımlara ayrılan ders saati sürelerine baktığımızda kimya konularına ayrılan sürenin, daha az olduğu görülmektedir (MEB, 2005b).

“Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde yer alan kazanımlar şöyle sıralanmaktadır (MEB,2005b):

Element ve elementlerin sembolleri ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Model üzerinde, bir elementin bütün atomlarının aynı olduğunu fark eder.
2. Model ve şekilleri kullanarak farklı elementlerin atomlarının farklı olduğunu sezer.
3. Periyodik sistemdeki ilk 20 elementi ve günlük hayatta karşılaştığı yaygın element isimlerini listeler.
4. Elementleri sembollerle göstermenin bilimsel iletişimi kolaylaştırdığını fark eder.
5. İlk 20 elementin ve yaygın elementlerin sembolleri verildiğinde isimlerini, isimleri verildiğinde sembollerini belirtir.

Atomun yapısı ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Birbiri ile temas halinde olan atomları “bağlı atomlar” şeklinde niteler.
2. Sürtme ile elektriklenme olayına dayanarak atomun kendinden daha basit öğelerden oluştuğu çıkarımını yapar.
3. Atomun çekirdeğini, çekirdeğin temel parçacıklarını ve elektronları temsili resimler üzerinde gösterir.
4. Elektronu, protonu ve nötronu kütle ve yük açısından karşılaştırır.
5. Nötr atomlarda, proton ve elektron sayıları arasında ilişki kurar.

6. Aynı elementin atomlarında, proton sayısının (atom numarası) hep sabit olduğunu, nötron sayısının az da olsa değişebileceğini belirtir.
7. Aynı atomda, elektronların çekirdekten farklı uzaklıklarda olabileceğini belirtir.
8. Çizilmiş atom modelleri üzerinde elektron katmanlarını gösterir, katmanlardaki elektron sayılarını içten dışa doğru sayar.
9. Proton sayısı bilinen hafif atomların ($Z \leq 20$) elektron dizilim modelini çizer.
10. Atom modellerinin tarihsel gelişimini kavrar; elektron bulutu modelinin en gerçekçi algılama olacağını fark eder.
11. Bilimsel modellerin, gözlenen olguları açıkladığı sürece ve açıkladığı ölçekte geçerli olacağını, modellerin gerçeğe birebir uyma iddiası ve gereği olmadığını fark eder.

Katman- elektron dizilimi ile kimyasal özellikleri ilişkilendirmek bakımından öğrenciler;

1. Dış katmanında 8 elektron bulunduran atomların elektron alıp-vermeye yatkın olmadığını (kararlı olduğunu) belirtir.
2. Elektron almaya veya vermeye yatkın atomları belirler.
3. Bir atomun, katman-elektron diziliminden çıkarak kaç elektron vereceğini veya alacağını tahmin eder.
4. Atomların elektron verdiğinde pozitif (+), elektron aldığında ise negatif (-) yük ile yüklendiği çıkarımını yapar.
5. Yüklü atomları “iyon” olarak adlandırır.
6. Pozitif yüklü iyonları “katyon”, negatif yüklü iyonları ise “anyon” olarak adlandırır.
7. Çok atomlu yaygın iyonların ad ve formüllerini bilir.

Kimyasal bağ ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Atomlar arası yakınlık ile kimyasal bağ kavramını ilişkilendirir.
2. İyonlar arası çekme/itme kuvvetlerini tahmin eder, çekim kuvvetlerini “iyonik bağ” olarak adlandırır.
3. Elektron ortaklaşma yolu ile yapılan bağı “kovalent bağ” olarak adlandırır.
4. Asal gazların neden bağ yapmadığını açıklar.
5. Elektron ortaklaşma yoluyla oluşan H_2 , O_2 , N_2 moleküllerinin modelini çizer.

6. Molekül yapılı katı element kristal modeli veya modelin resmi üzerinde molekülü ve atomu gösterir.
7. Kovalent bağlar ile moleküller arasında ilişki kurar.

Öğrenciler, bileşikler ve formülleri ile ilgili olarak;

1. Farklı atomların bir araya gelerek yeni maddeler oluşturabileceğini fark eder.
2. Her bileşikte en az iki element bulunduğunu fark eder.
3. Molekül yapılı bileşiklerin model veya resmi üzerinde atomları ve molekülleri gösterir.
4. Moleküllerde; her elementin atom sayısının, örgü yapılarda; elementlerin atom sayılarının oranını belirler.
5. Günlük hayatta sıkça karşılaştığı basit iyonik ve bazı kovalent bileşiklerin formüllerini yazar.
6. Element ve bileşiklerin hangilerinin moleküllerden oluştuğuna örnekler verir.

Karışımlar ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Karışımlarda birden çok element veya bileşik bulunduğunu fark eder.
2. Heterojen karışım (adi karışım) ile homojen karışım (çözelti) arasındaki farkı açıklar.
3. Katı, sıvı ve gaz maddelerin sıvılardaki çözeltilerine örnekler verir.
4. Çözeltilerde, çözücü molekülleri ile çözünen maddenin iyon veya molekülleri arasındaki etkileşimlerini açıklar.
5. Sıcaklık yükseldikçe çözünmenin hızlandığını fark eder.
6. Çözünenin tane boyutu küçüldükçe çözünme hızının artacağını keşfeder.
7. Çözeltileri derişik ve seyreltik şeklinde sınıflandırır.
8. Çözeltilerin nasıl seyreltileceğini ve/veya deriştirileceğini deneyle gösterir.
9. Bazı çözeltilerin elektrik enerjisini iletliğini deneyle gösterir; elektrolit olan ve elektrolit olmayan maddeler arasındaki farkı açıklar.
10. Yağmur ve yüzey sularının kısmen iletken olmasının sebebini ve doğurabileceği tehlikeleri açıklar.

2.10.5. Sekizinci Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Müfredatındaki Ünite ve Konu Dağılımı

Sekizinci sınıf Fen ve Teknoloji dersi ünitelerinin isimleri ve ünitelerdeki konu dağılımı şu şekildedir:

1. Ünite: Hücre Bölünmesi ve Kalıtım (Öğrenme Alanı: Canlılar ve Hayat)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Hücre Bölünmesi

Mitoz

Kalıtım Nedir?

Kalıtım ve Mendel

Çaprazlama Yapalım

Kalıtsal Hastalıklar

Mayoz

2. DNA ve Genetik Kod

DNA'nın Yapısı

DNA Kendini Nasıl Eşler?

Genetik Mühendisliği

Adaptasyon

Evrim ile İlgili Görüşler

2. Ünite: Kuvvet ve Hareket (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Kaldırma Kuvveti

Sıvıların Kaldırma Kuvveti

Cisimlerin Yoğunlukları

Cisimlerin Batma ve Yüzme Nedeni

Gazların Kaldırma Kuvveti

2. Basınç

Kuvvet Basınca Neden Olur

3. Ünite: Maddenin Yapısı ve Özellikleri (Öğrenme Alanı: Madde ve Değişim)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Periyodik Sistemi Tanıyalım

Elementler ve Sınıflandırma

Elementlerin Gruplara Göre Özellikleri

Metaller- Yarı Metaller ve Ametaller

Elementler ve Kullanım Alanları

2. Kimyasal Bağları Tanıyalım

Elektron Alma- Verme Yatkınlığı

İyon Yükü Grup Numarası ile İlişkili midir?

Kovalent Bağ Nedir?

İyonik Bileşiklerin Formülleri Nasıl Yazılır?

İyonik Bileşikler Nasıl İsimlendirilir?

Çok Atomlu İyonların Metallerle Yaptıkları Bileşikler

Kimyasal Tepkimeler

Kimyasal Tepkime Denklemleri Nasıl Denkleştirilir?

Yanma Tepkimeleri

3. Asitler Bazlar

Asit ve Bazları Tanıyalım

Asitlik, Bazlık ve Ph İlişkisi

Günlük Yaşamda Asitler Bazlar

Nötralleşme Tepkimeleri

Asitler ve Bazlar Maddeleri Nasıl Etkiler?

Asit Yağmurları

Suları, Toprağı ve Havayı Kirleten Kimyasallar

4. Su Kimyası ve Suyun Sertliği

Sert Su- Yumuşak Su

Su Sertse Yumuşatmak İçin Neler Yapılabilir?

4. Ünite: Ses (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Ses Dalgası ve Sesin Özellikleri

Ses Dalgasının Özellikleri

Sesi Hangi Özellikleri Sayesinde Ayırabiliriz?

2. Müzik Aletlerindeki Sesler ve Sesin Enerjisi

Müzik Aletlerinden Çıkan Sesler

Ses Bir Enerji Türüdür

Ses mi Daha Hızlı Işık mı?

5. Ünite: Maddenin Halleri ve Isı (Öğrenme Alanı: Madde ve Değişim)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Isı ve Sıcaklık

Isı ve Sıcaklık

Kütle- Sıcaklık

Sıvılı Termometreler

2. Isı Alışverişi ve Sıcaklık Değişimi

Enerjinin Isıya Dönüşümü

Öz ısı

Maddenin Halleri ve Isı Alışverişi

Erime ve Donma Isısı

Buharlaştırma ve Yoğuşma Isısı

Isınma Soğuma Eğrileri

6. Ünite: Canlılar ve Enerji İlişkileri (Öğrenme Alanı: Canlılar ve Hayat)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Canlılarda Beslenme İlişkileri ve Enerji Akışı

Besin Zincirleri

Üreticileri İnceleyelim

Canlılar Enerjiye İhtiyaç Duyarlar

2. Madde Döngüleri

Madde Döngülerinin Önemi

3. Geri Dönüşüm

Enerji Kaynakları ve Geri Dönüşümün Önemi

7. Ünite: Yaşamımızdaki Elektrik (Öğrenme Alanı: Fiziksel Olaylar)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Elektrik Akımının Etkileri

Mıknatıs Yapabilir miyiz?

Elektrik Akımının Manyetik Etkisinin Kullanıldığı Yerler

Elektrik Enerjisinin Üretimi

Elektrik Akımının Isı Etkisi

Sigortalar ve Kullanım Alanları

Elektrik Akımının Işık Etkisi

2. Elektriksel Güç

Elektrik Enerjisinin Ölçülmesi ve Kullanımı

8. Ünite: Doğal Süreçler (Öğrenme Alanı: Dünya ve Evren)

Ünitede yer alan konu başlıkları:

1. Yerkabuğunu Tanıyalım

Dünyamız Nasıl Oluştu?

Levha Hareketlerinin Yerkabuğuna Etkileri

Depremler ve Etkileri

2. İklim ve Hava Olayları

Hava Nelerden Oluşur?

Rüzgâr Nasıl Oluşur?

İklimler ve Etkileri

Meteorolojinin Hayatımızdaki Yeri

Sekizinci sınıf ünitelerini ve konu dağılımını incelediğimizde, iki ünitenin “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı içinde yani biyoloji, üç ünitenin “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde yani fizik, iki ünitenin ise “Madde ve Değişim” öğrenme alanı içinde yani kimya dersine yönelik olduğu söylenebilir. Ders kitabında bu ünitelere ayrılan sayfa sayıları da incelendiğinde, biyoloji konularının 74 sayfada, fizik konularının 79 sayfada, kimya konularının ise 90 sayfada ele alındığı belirlenmiştir. Konulara ayrılan sayfa sayılarına yüzde olarak baktığımızda, biyoloji konularının %30.5, fizik konularının %32.5, kimya konularının %37 oranlarında yer aldığı görülmektedir. Ders kitabında kimya konularının, fizik ve biyoloji konularına oranla daha çok yer aldığı söylenebilir (Gündoğdu, 2011).

Sekizinci sınıf “Madde ve Değişim” öğrenme alanı içinde yer alan “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ile “Maddenin Halleri ve Isı” ünitelerindeki toplam kazanım sayısı 60, bu kazanımlar için programda önerilen ders saati süresi ise 50 saattir. Bu süre

toplam ders saati süresinin %34.7'sini oluşturmaktadır. “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanı içinde yer alan ünitelere ait kazanım sayısı 53, bu kazanımlar içi ayrılan ders saati süresi 40 saattir. Bu süre toplam sürenin %27.8'ini oluşturmaktadır. “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde yer alan ünitelere ait kazanım sayısı ise 60, bu kazanımlar için programda önerilen ders saati süresi 42 saattir. Bu süre toplam sürenin %29.2'sini oluşturmaktadır. Kazanım sayılarına baktığımızda fizik ve kimya alanlarının kazanım sayılarının eşit (60), biyoloji alanına ait kazanım sayısının 53 olduğu görülür ve tüm alanlara ait kazanım sayılarının birbirine yakın olduğu söylenebilir. Kazanımlara ayrılan ders saati sürelerine bakarsak kimya konularına daha çok zaman ayrıldığı sonra sırasıyla fizik ve biyoloji konularının geldiği görülmektedir (MEB, 2005b).

Sekizinci sınıf “Madde ve Değişim” öğrenme alanı içinde yer alan kazanımlar şöyle sıralanmaktadır (MEB,2005b):

Periyodik sistem ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Elementleri benzer özelliklerine göre sınıflandırmanın önemini kavrar.
2. Periyodik sistemde grupları ve periyotları gösterir; aynı gruptaki elementlerin özelliklerini karşılaştırır.
3. Metal, ametal ve yarı metal özelliklerini karşılaştırır.
4. Periyodik tablonun sol tarafında daha çok metallerin, sağ tarafında ise daha çok ametallerin bulunduğunu fark eder.
5. Metallerin, ametallerin ve yarımetallerin günlük yaşamdaki kullanım alanlarına örnekler verir.

Kimyasal bağlarla ilgili olarak öğrenciler;

1. Metallerin elektron vermeye, ametallerin elektron almaya yatkın olduğunu fark eder.
2. Anyonların ve katyonların periyodik sistemdeki grup numaraları ile yükleri arasında ilişki kurar.
3. Metal atomları ile ametal atomları arasında iyonik bağ oluşacağını tahmin eder.
4. Ametal atomları arasında kovalent bağ oluştuğunu belirtir.
5. Verilen basit yapılarda hangi tür bağların (iyonik bağ veya kovalent bağ) bulunduğunu tahmin eder.

Kimyasal tepkimelerle ilgili olarak öğrenciler;

1. Yükü bilinen iyonların oluşturduğu bileşiklerin formüllerini yazar.
2. Çok atomlu yaygın iyonların oluşturduğu bileşiklerin ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, Na_3PO_4 gibi) formüllerinde element atomlarının sayısını hesaplar.
3. Kimyasal bir tepkimenin gerçekleştiğini deneyle gösterir.
4. Kimyasal değişimi atomlar arası bağların kopması ve yeni bağların oluşması temelinde açıklar.
5. Kimyasal değişimlerde atomların yok olmadığını ve yeni atomların oluşmadığını, kütlelenin korunduğunu belirtir.
6. Basit kimyasal tepkime denklemlerini sayma yöntemi ile denkleştirir.
7. Yanma tepkimelerini tanımlayarak basit yanma tepkimelerinin denklemlerini yazar.

Asit-baz tepkimeleri ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Asitleri ve bazları; dokunma, tatma ve görme duyuları ile ilgili özellikleriyle tanıır.
2. Asitler ile H^+ iyonu; bazlar ile OH^- iyonu arasında ilişki kurar.
3. pH'ın, bir çözeltinin ne kadar asidik veya ne kadar bazik olduğunun bir ölçüsü olduğunu anlar ve asitlik bazlık ile pH skalası arasında ilişki kurar.
4. Sanayide kullanılan başlıca asitleri ve bazları; piyasadaki adları, sistematik adları ve formülleri ile tanıır.
5. Gıdalarda ve temizlik malzemelerinde yer alan en yaygın asit ve bazları isimleriyle tanıır.
6. Günlük yaşamında sık karşılaştığı bazı ürünlerin pH'larını yaklaşık olarak bilir.
7. Asitler ile bazların etkileşimini deney ile gösterir, bu etkileşimi “nötralleşme tepkimesi” olarak adlandırır, nötralleşme sonucu neler oluştuğunu belirtir.
8. Asit-baz çözeltilerini kullanırken neden dikkatli olması gerektiğini açıklar; kimyasal maddeler için tehlike işaretlerinin anlamlarını belirtir.
9. Asitlerin ve bazların günlük kullanımdaki eşya ve malzemeler üzerine olumsuz etkisinden kaçınmak için neler yapılabileceğini açıklar.
10. Endüstride atık madde olarak havaya bırakılan SO_2 ve NO_2 gazlarının asit yağmurları oluşturduğunu ve bunların çevreye zarar verdiğini fark eder.

Su kimyası ve su arıtımı ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Sert su, yumuşak su kavramlarını anlar ve sertliğin neden istenmeyen bir özellik olduğunu açıklar.
2. Sularda sertliğin nasıl giderileceğini araştırır.
3. Suların arıtımında klorun mikrop öldürücülük etkisinden yararlanıldığını araştırarak fark eder.

Isı ve sıcaklık ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Isının, sıcaklığı yüksek maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye aktarılan enerji olduğunu belirtir.
2. Aynı maddenin kütlesi büyük bir örneğini belirli bir sıcaklığa kadar ısıtmak için, kütlesi daha küçük olana göre, daha çok ısı gerektiğini keşfeder.
3. Tek tek moleküllerin hareket enerjilerinin farklı olabileceğini ve çarpışmalarla değişeceğini fark eder.
4. Sıcaklığı, moleküllerin ortalama hareket enerjisinin göstergesi şeklinde yorumlar.
5. Isı aktarım yönü ile sıcaklık arasında ilişki kurar.
6. Sıvı termometrelerin nasıl yapıldığını keşfeder.

Maddelerin aldığı/verdiği ısı ile sıcaklık değişimi arasında ilişki kurmak bakımından öğrenciler;

1. Mekanik ve elektrik enerjinin ısıya dönüştüğünü gösteren deneyler tasarlar.
2. Maddelerin ısınmasının enerji almaları anlamına geldiğini belirtir.
3. Suyun ve diğer maddelerin “özısı”larını tanımlar, sembolle gösterir.
4. Farklı maddelerin öz ısılarının farklı olduğunu (öz ısının ayırteıcı bir özellik olduğunu) belirtir.
5. Suyun öz ısını joule/g °C ve kalori/g °C cinsinden belirtir.

Maddenin ısı alış-verisi ile hal değişimlerini ilişkilendirmek bakımından öğrenciler;

1. Gaz, sıvı ve katı maddelerde moleküllerin/atomların yakınlık derecesi, bağ sağlamlığı ve hareket özellikleri arasındaki ilişkiyi model veya resim üzerinde açıklar.
2. Bağların, katılarda sıvılardakinden daha sağlam olduğu çıkarımını yapar.
3. Gazlarda moleküller arasındaki bağların yok denecek kadar zayıf olduğunu belirtir.
4. Erimenin ve buharlaşmanın ısı gerektirmesini, donmanın ve yoğuşmanın ısı açığa çıkarmasını bağların kopması ve oluşması temelinde açıklar.

Erime/donma ısısı ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Erimenin neden ısı gerektirdiğini açıklar; donma ısısı ile ilişkilendirir.
2. Farklı maddelerin erime ısılarını karşılaştırır.
3. Belli kütledeki buzun, erime sıcaklığında, tamamen suya dönüşmesi için gerekli ısı miktarını hesaplar.
4. Kapalı mekanların aşırı soğumasını önlemek için ortama su konulmasının yararını açıklar.
5. Saf olmayan suyun donma noktasının, saf sudan daha düşük olduğunu fark eder.
6. Buzlanmayı önlemek için başvurulan “tuzlama” işleminin hangi ilkeye dayandığını açıklar.
7. Atatürk’ün bilim ve teknolojiye verdiği önemi açıklar.

Buharlaşma ısısı ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Buharlaşmanın neden ısı gerektirdiğini açıklar; buharlaşma ısısını maddenin türü ile ilişkilendirir.
2. Kütlesi belli suyun, kaynama sıcaklığında tamamen buhara dönüşmesi için gerekli ısı miktarını hesaplar.
3. Buharlaşmanın soğutma amacı ile kullanımına günlük hayattan örnekler verir.

Isınma/soğuma eğrileri ile ilgili olarak öğrenciler;

1. Katı, sıvı ve buhar halleri kolay elde edilebilir (su gibi) maddeleri ısıtıp soğutarak, sıcaklık-zaman verilerini grafiğe geçirir.
2. Isınan-soğuyan maddelerin, sıcaklık zaman grafiklerini yorumlar; hal değişimleri ile ilişkilendirir.

Genel olarak değerlendirdiğimizde, fen ve teknoloji müfredatında kimya ünitelerine ait kazanım sayısının, fizik ve biyoloji ünitelerinin kazanım sayısına göre daha az olduğu ancak, sınıf seviyesi arttıkça kazanım sayısının da arttığı söylenebilir. Sekizinci sınıfta ise kimya ünitelerinin kazanım sayısı ile fizik ve biyoloji ünitelerinin kazanım sayılarında bir eşitlenmenin söz konusu olduğu görülmektedir. Bu da Piaget'nin bilişsel gelişim basamaklarına göre fen öğretimi yapılandırılırken, öğrencilerin bulundukları bilişsel gelişim basamaklarına göre programın kazanımlarının belirlendiğini gösterir. Öğrencilerin içerisinde duyu organları ile algılanamayan kavramları bulunduran kimya konularındaki kavramları kavrayabilmeleri için, soyut işlemler döneminin özelliklerini taşımaları gerekir. Kimya konularının, özellikle “Maddenin Parçacıklı Yapısı” konusunun duyu organları ile algılanamayan özellikte olması, öğretiminde kavramları somutlaştıracak modellerin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Ancak, fen öğretiminde etkin bir şekilde kullanılacak modele dayalı etkinliklerle programda yer alan kimya ünitelerinin yoğunluğu artırılabilir. Var olan müfredatta modellere yer verilmesine rağmen, modellerin etkili bir şekilde kullanılmaması öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu çalışmamda önerdiğim ve etkin bir şekilde kullanılacak modele dayalı etkinlikler sayesinde 4 ve 5. sınıftan itibaren müfredatta yer alan kimya ünitelerinin kapsamı da genişletilebilir. Böylece kimya üniteleri ile fizik ve biyoloji ünitelerine ayrılan kazanım sayısı arasındaki fark daha erken bir dönemde eşitlenmiş olur.

2.11. Maddenin Parçacıklı Yapısı Konusunun Fen ve Teknoloji Programındaki Yeri

İlköğretim öğrencileri hayat bilgisi dersi kapsamında, birinci sınıftan itibaren, çeşitli madde, cisim, malzeme ve eşyalarla tanışmış; onlarla ilgili büyük-küçük, renkli-renksiz, sıcak-soğuk, kokulu-kokusuz, vb. kavram çiftleri ile alıştırmalar yapmış

durumdadır. İlköğretim 4. sınıf Fen ve Teknoloji dersinin 2. ünitesi “Maddeyi Tanıyalım” kapsamında ise öğrencilerin;

1. Katı- sıvı- gaz, madde- cisim- malzeme- eşya, doğal madde- işlenmiş madde- yapay madde kavramlarını ayırt etmeleri
2. Maddeyi niteleyen yeni özellikleri (mıknatıs tarafından çekilen, çekilmeyen; suda yüzen, batan) kavrayarak, maddeyi tanıyabilmeleri
3. Kütle ve hacim büyüklüklerini farklı etkinliklerde ölçmeleri ve ölçüm sonuçlarını doğru bir şekilde ifade etmeleri
4. Farklı sıcaklıktaki maddeler arasındaki etkileşimi keşfederek ısıyı “sıcaktan soğuğa bir akış” düzeyinde sezmeleri
5. Saf madde, karışım, çözünme, çözelti, ayırma, vb. kavramları seziş, keşif ve tasarlama düzeyinde öğrenerek, ölçülebilir ve ayırt edici özellikler konusu için bir alt yapı oluşturmaları amaçlanmaktadır.

Bu ünitenin amacı, öğrencilerin maddeyi ve onun değişik formlarını nitelerken kullanılan kavramlarla tanışmaları, bu kavramlarla doğru betimlemeler yapmaları, maddenin iki temel özelliği olan kütle ve hacim büyüklükleri üzerinde ölçme ve sonuç bildirme alıştırmaları yaparak ölçülür nitelikler fikrine aşinalık kazanmaları, maddenin değişimi ve maddelerin etkileşmesi konularına en basit düzeyde bir giriş yapmalarıdır. Bu seviyede maddenin mikro yapısına girilmemektedir.

İlköğretim 5. sınıf Fen ve Teknoloji dersinin 2. ünitesi “Maddenin Değişimi ve Tanınması” kapsamında ise öğrencilere doğada su döngüsü ve bu döngüyü besleyen güneş enerjisi teması etrafında, bir enerji türü olarak ısı kavramı sunulmaktadır. Isının madde üzerine etkileri, genleşme-büzülme ve hal değişimleri konuları işlenmekte, maddenin ayırt edici özelliklerinden erime-donma noktası, kaynama noktası ve yoğunluk ele alınarak, maddelerin tanınması alanına giriş yapılmaktadır.

Ünitenin bitiminde öğrencilerin

1. Doğada su döngüsü olayından yola çıkarak, ısının bir enerji türü olduğunu ve başka enerjilere dönüşebileceğini kavramaları
2. Isı-sıcaklık kavram ikilisini ilişkilendirmeleri; ısının madde üzerindeki etkilerini gözden geçirirken bu ilişkiyi içselleştirmeleri

3. Genleşme-büzülme ve hal değişimi olgularının gündelik hayattaki anlam ve önemini kavramaları,
4. Maddenin kendi özgün niteliklerinin kullanılarak nasıl tanınabileceğini kavramaları amaçlanmaktadır.

Bu seviyede de maddenin parçacıklı yapısına değinilmemektedir (MEB, 2005a).

Öğrenciler 4 ve 5. sınıf Fen ve Teknoloji dersinde maddenin doğada üç halde bulunduğunu fark etmiş, ısınma ve soğuma yoluyla maddenin hal değiştirdiğini, genleştiğini veya büzüldüğünü sezmiş, saf madde ve karışım ayrımını öğrenmiş durumdadırlar. 6. sınıfta ise 3. ünite olan “Maddenin Parçacıklı Yapısı” kapsamında öğrencilerin;

1. Yapacakları etkinliklerle maddelerin sıkışma ve genleşme özelliklerini karşılaştırmaları
2. Bu karşılaştırmaya dayalı olarak maddelerin küçük, görülemez, hareketli taneciklerden oluştuğunu, bu tanecikler arasında boşluklar bulunduğunu kavramaları
3. Bu tanecikleri ise atom ve molekül kavramlarıyla ilişkilendirmeleri
4. Atom ile ilgili düşüncelerin tarihi süreç içinde değiştiğini ve atomların daha da küçük parçacıklardan oluştuğunu kavramaları
5. Atom ve molekül kavramı ile ilişkilendirerek element ve bileşik kavramlarını tanımlamaları
6. Günlük hayattaki örneklerden yola çıkarak maddede meydana gelen değişimleri fiziksel ve kimyasal değişim olarak sınıflandırmaları
7. Hal değişimini parçacıklı yapı ile ilişkilendirmeleri hedeflenmektedir.

Öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili ilk sezgilerini edinme aşamasında, küresel atom modellerini kullanmaları esastır. Ünite boyunca konu ve kavramların öğretiminde, top-çubuk atom modellerinden veya resimlerinden faydalanılmaktadır.

7. sınıf, 4. ünite “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” kapsamında öğrencilerin,

1. Elementleri sembollerle, bileşikleri formüllerle göstermenin bilimsel iletişimi kolaylaştırdığını fark etmeleri ve ilk 20 elementi sembollerle ifade etmeleri
2. Maddelerin sürtünme ile elektriklenmesi sonucunda farklı yüklerle yüklenmesinden yola çıkarak atomların proton, nötron ve elektronlardan oluştuğunu kavramaları
3. Elektron alışverişi ve elektronların ortaklaşa kullanılması ile kimyasal bağları ilişkilendirmeleri,
4. Çözünme olayını çözücü-çözünen etkileşimiyle açıklamaları hedeflenmektedir.

Bu ünite de öğrencilerin atomun yapısını kavrayabilmeleri için atom modellerini kullanmaları esastır.

8. sınıf, 3. ünite “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” kapsamında öğrencilerin;

1. Elementleri sınıflandırarak periyodik tablodaki metal, ametal ve yarı metallerin özelliklerini keşfetmeleri
2. Metal, ametal ve yarı metallerin kullanım alanlarına örnekler vermeleri
3. Anyon ve katyonun oluşum süreci hakkındaki bilgilerini geliştirerek, bir maddedeki bağları irdelemeleri
4. Kimyasal tepkime ve kimyasal bağları ilişkilendirerek tepkimeleri denklemlerle göstermeleri
5. Asit ve baz kavramlarını tanımlayarak nötralleşme tepkimelerini açıklamaları, kimyanın günlük hayattaki uygulamalarına örnekler vermeleri amaçlanmaktadır (MEB, 2005b).

2.12. Modellemeye Dayalı Fen Öğretimi

2.12.1. Modeller

Fen eğitiminde model dendiğinde bilinen bir olaydan yola çıkarak bilinmeyen ya da daha soyut olanı anlatan olay ya da sistemler anlatılmaktadır. Bunun yanında modeli bir sistemin tipik özelliklerine dikkat çeken, o sistemin sadeleştirilmiş bir sunumu (Ingham & Gilbert, 1991), bireylerin zihinlerinde yapılandırdıkları ve zihinsel bileşenlerle sorguladıkları zihinsel yapılar (Johnson-Laird, 1983), olarak da tanımlamak

mümkündür. Ayrıca modeller bilginin sosyal yapılandırılmasından yola çıkarak bireyin hareketleri, sözlü, yazılı ve diğer yollarla anlatım ve tanımları (Gobert & Buckley, 2000) olarak da ifade edilmektedir.

Bilimsel olarak modeller ise bilim insanının çalışırken izlediği doğal süreçler ve bu süreçlerin sonucu olarak ortaya konan bilimsel ürünler olarak tanımlanabilir (Cartier, Rudolph & Stewart, 2001). Bu açıdan bakıldığında bilimsel bir model zihinlerde yer edebilir ve işlenebilir, tanımlandığı özel şartlara sahiptir, bir problemle ortaya atılan bir konuyu açıklar ve onunla ilgili yordamalara ışık tutar. Bilimsel modellerin bir başka önemli özelliği, kullanıldıkça daha iyi açıklama yapabilirlikleri açısından geliştirilebilir olması yanında, eklemeler yapılarak ve başka modellerle birleştirilerek derinleştirilebilir olmalarıdır (Ünal, 2005).

Dalton'un 1803 yılında kimyasal tepkimelerdeki kütle bağıntılarını açıklayan ancak, atomla ilgili yeni bilgileri açıklamada yetersiz kalan atom modelinin ardından, 1897 yılında Thomson literatürde üzümlü kek olarak bilinen pozitif yük içerisinde negatif yüklerin yer aldığı atom modelini ileri sürmüştür. 1911'de Rutherford, Thomson'un atom modelini test etmek için bir dizi deneyler yapmış ve elde ettiği sonuçların, üzümlü kek modeliyle çeliştiğini görmüş, atomda pozitif yükün ve kütlenin atomun merkezinde toplandığını düşünmüş, bu merkeze çekirdek adını vermiştir. Ancak bu modelde atomdaki elektronların hareketini ve çekirdek üzerine neden düşmediklerini açıklamada yetersiz kalmıştır. 1913 yılında Bohr, hidrojen atomu ve tek elektronlu bazı iyonların davranışlarını açıkladığı kendi adıyla anılan atom modelini açıklamıştır. Ancak bu model de, çok elektronlu atomların davranışlarını açıklamada yetersiz kalmıştır. Schrödinger ve Heisenberg'in katkılarıyla bugünkü modern atom teorisi geliştirilmiştir (Arık ve Polat, 2002). Atom modelinin evrimi modellerin işlenebilirliği, sınırlılıkları ve konuyu açıklayıp artçı araştırmalara ışık tutmasına güzel bir örnek oluşturmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı bilimsel modeller, bilimsel bir araştırmanın hem istendik ürünü hem de artçı araştırmalarının yol göstericisidirler.

Literatür incelendiğinde modellerin pek çok şekilde sınıflandırıldığı görülmektedir (Harrison & Treagust, 1998; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Gödek, 2004; Ünal, 2005). Tüm bunların yanında modeller burada açık (benzetme) ve örtük (içsel) ya da zihinsel olmak üzere iki bölümde ele alınacaktır.

2.12.1.1. Açık Modeller

Harrison ve Treagust (1998)'a göre modeller hedef kavram ve benzer model ilişkisi üzerine kuruludur. Hedef model, öğrencilere kavratılması planlanan konuya ilişkin kavramsal açıklama ya da model olarak tanımlanabilir. Benzer model ise, hedef kavramla arasında benzerlik ya da ilgi kurularak kavramı somutlaştırmaya yardımcı açıklama ya da model olarak tanımlanabilir. Açık modeller, benzer modellerle hedef kavram arasındaki ortak ya da benzer nitelik ve noktalara vurgulama amaçındadırlar. Mikroskopik, makroskopik ve sembolik düzeyde açık modeller verilebilir. Açık model seçiminde, ortak olmayan özelliklerin dikkatlice indirgenmesine karşın; benzer modelin hedef kavramı açıklamakta yetersiz kaldığı ya da hedef kavramda karşılık bulamadığı noktalar olabilir. Benzer model ile hedef kavram arasında iki tür benzerlik kurulur:

1. Öğrencileri benzetime çabuk bir şekilde çeken yüzeysel benzerlikler (molekülleri toplara benzetme).
2. Kavramsal anlamaların gelişimini sağlayan derin ve sistematik işlev benzerlikleri (moleküllerin rastgele hareketlerini topların esnek çarpışmalarına benzetme)

Harrison ve Treagust (1998), açık modelleri, her biri kendi içinde alt dallara ayrılan somut ve somut-soyut modeller; iletişim teorisine uygun soyut modeller; çoklu kavram-süreç modelleri olarak üçe ayırmışlardır.

1. Gerçek Olayları Göstermek için Tasarlanan Somut ve Somut-Soyut Modeller

Ölçek modelleri: Bu modellerde gösterdikleri kavram ya da nesnelerin iç özelliklerinden çok, dış özellikleri ön plana çıkarılmıştır. Dış özellikler renkler ve yapıdan oluşabilir. Ölçek modelleri, gerçeklerine çok benzerler ancak ortak olmayan özellikleri arka planda kalabilir. Oyuncak arabalar, basit makineler için oyuncak çıkırcık, su tribünü modeli ölçek modellerine örnek verilebilir.

Eğitimsel benzetme (analojik) modelleri: Bu tür modeller genelde öğretmenlerin soyut ya da gözlenemeyen (mikroskopik boyutlardaki) varlıkları tanımlamak için kullandığı modellerdir. Bir ya da daha fazla özellik benzerliğin somut yapısını oluşturur. Atomları topa benzetme, DNA'yı ipe benzetme örnek olarak

verilebilir. Benzetme modeller, benzer model ve hedef kavram arasındaki ilişkilerin birebir eşleştirildiği ve sadece belirli niteliklerinin karşılığını bulduğu hedef kavram arasındaki ilişkiyi kabaca basitleştirilerek kavramsal niteliklere dikkat çekebilir. Basitleştirilen ya da indirgenen noktalar öğrencilerle dikkatli bir şekilde tartışılmalıdır.

2. İletişim Teorisine Uygun Soyut modeller

Sembolik modeller: Bileşik yapısını kimyasal formüllerle ve kimyasal tepkimeleri denklemlerle gösterdiğimiz modellerdir. Suyun kimyasal formülü (H_2O), kimyasal olayları açıklayan denklemler ($2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$) bu gruba giren modellerdir.

Matematiksel modeller: Fiziksel özellikler, değişimler, süreçler kavramsal ilişkileri göstermek üzere matematiksel denklemler ve grafiklerle gösterilebilir, Coulomb yasası, Boyle yasası, ışığın düzgün yansımada geliş ve yansıma açısının eşit olması örnek olarak verilebilir.

Ancak, Coulomb yasasının birbirinden çok uzak ve çok küçük boyutlu nokta yükler için söz konusu olduğu ve normal yaşantımızda kullanmadığımızı söylememiz gerekir. Bu nedenle, bu tip modellerin “ideal” durumları anlattığı öğrencilerle tartışılmalıdır. Bu modellerin, öğrenciler tarafından nitel olarak açıklanması yani içselleştirilmesi anlamlı öğrenme için çok önemlidir.

Teorik modeller: Elektromanyetik kuvvet çizgilerinin; fotonların; gazların hacim- sıcaklık- basınç değişimlerini açıklayan kinetik teorisinin benzetimsel gösterimleri bu grubu oluşturmaktadır. Bu modeller özünde sağlam bir teorik temele sahip ve ait oldukları gerçeklikleri en iyi açıklayabilen tanımlamalardır. Teorik modeller diğer benzetme modelleriyle daha da basitleştirilerek sunulabilir. Örnek: gazların kinetik teorisinde gaz parçacıklarını kürecikler ya da toplara benzetme, atomun yapısı ve ışık yayma modeli.

3. Çoklu Kavramları ya da Süreçleri Tanımlayan Modeller

Haritalar, diyagram (çizenekler), tablolar: Periyodik tablo, soyağacı, hava haritaları, devre diyagramları, kan dolaşımı, sinir sistemi, gen çaprazlamaları, dengeli beslenme zincirleri, Maslow'un gereksinim piramidi bu grup modellerdendir.

Tüm saydıklarımızı basit, basit olduğu kadar zengin ve içerikli kılan iki boyutlu olmaları ve öğrenciler tarafından kolaylıkla yapılabilmesidir. İlköğretim öğrencilerinin aynı anda iki değişkeni tanıyıp kontrol etmeye yeni başladıkları bir gelişim çağında oldukları düşünüldüğünde, bu kategorideki modellerin önemi daha da ortaya çıkmaktadır.

Kavram- süreç modelleri: Fen kavramlarının çoğu nesne ya da varlıklardan çok süreçlerden oluşur. Asit- baz, indirgenme- yükseltgenme modelleri, elektrik akımı, elektriksel indüksiyon tipik örneklerdir.

Benzetişim (simülasyon): Çoklu karmaşık ve gelişmiş dinamik modellerin oluşturduğu kategoridir. Benzetişimler, sanal gerçeklik yoluyla uçakların uçuşu, uzay gemilerinin kullanımı, küresel ısınma, nükleer tepkimeler ve kazaları ile benzeri durumların daha iyi anlaşılmasında yardımcı olur. Ölçek ve eğitimsel benzetme modellerinde olduğu gibi, kurulmaya çalışılan benzerliğin ortak olmayan niteliklerine dikkat edilmelidir.

2.12.1.2. Örtük (İçsel) Modeller

Fen ve matematik bilimlerinde, trafikte ve günlük yaşantımızın hemen her yerine uzanmış, farkına varmaksızın kullandığımız sembollerdir. Örnek: NaCl , $y = x^2$ 'den, bahar mevsimi denilince gözümüzde canlandırdığımız imgelere uzanan bir yelpazede örnekler verilebilir. Bu ürünlerin oluşum ve öğrenim sürecinde modellerin yer aldığı görülür. Bu kavramlar bilim insanlarının ortaya koyduğu ürünlerdir. Bu süreçte birey modelini zihninde yapılandırır, gerektiğinde farkına bile varmadan değerlendirir ve yeniden düzenler. Örtük modellerin en tipik örneği, günlük yaşantımızın her alanında gizli bir dil olarak kullandığımız zihinsel modellerdir. Somut ya da soyut kavramların, süreçlerin zihnimizde canlandırdığımız modelleri zihinsel modelleri oluşturmaktadır.

Bu bağlamda modele dayalı öğrenme bir sistem ya da olaya ilişkin zihinsel modellerin oluşturulma süreci olarak tanımlanabilir.

Bu noktadan hareketle, Fen ve Teknoloji derslerinde kavram öğretiminde, model sunumu ve kullanımı ile ilgili olarak bireysel farklılıklardan yola çıkarak, öğrenme stillerine uygun modeller seçilmesine özen gösterilmelidir. Kullanılan modellerin hedef kavram ve benzer kavram arasındaki benzerlik ve farklılıkları üstüne yapılan tartışmalar öğrencilerin katılımı sağlanarak eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine katkıda bulunulmalıdır.

2.13. Modelleme

Modele dayalı öğrenme bir sistem ya da olaya ilişkin zihinsel modellerin oluşturulma süreci olarak tanımlanabilir. Okullarda yapılmaya çalışılan ise, öğrencilerin öğrenme öncesi sahip oldukları ön bilgileri ya da zihinsel modellerini, bilim insanlarının ortaya koymuş olduğu bilimsel modeller doğrultusunda değiştirmelerine ya da geliştirmelerine yardımcı olmaktır. Bu nedenle, modelleme gelişimi bir düşünme süreci olarak ele alınabilir (Harrison & Treagust; 1998).

Bir model, belirli bir modelleme yeterliliği ile birlikte belirli bir süreç sonunda oluşturulur. Fen eğitiminde modelleme, öğrencilerin var olan zihinsel modellerini kullanarak, tanıdık ve yapısal olarak özelliklerini hedef modele göre daha rahat kavrayıp anlayabildikleri benzer modellerin ya da yapıların yardımıyla hedef modeli yapılandırmaları anlamına gelmektedir. Bireyler, zihinsel modellerini çoğunlukla açık modeller, çizimler ya da iletişim teorisine uygun olarak ifade ederler. Buna uygun olarak, öğrenme ortamlarında öğrencilere kavramsal modeller sunularak, ders işlendiğinde öğrencilerin karşılaşılabilecekleri durumlar aşağıda belirtildiği gibi ifade edilebilir (Greca & Moreira, 2000):

1. Kendilerinde zaten var olan bilgiye uyacak şekilde yorumlama yoluna giderek ve böylece hibrid modelleri oluşturmak
2. İçsel önermesel gösterimlerle, sınavları/değerlendirmeyi geçmek üzere ilişkisiz liste şeklinde ezberlemek
3. Modelde ifade edilene uygun olarak kendi zihinsel modellerini yapılandırmak.

Yukarıda belirtilen olasılıklar dikkate alındığında, model sunumuyla ders işlemenin ya da öğrenme ortamlarında model kullanmanın, modellemeye dayalı öğrenme anlamına gelmediği görülmektedir. Modelleme, hangi ayrıntının nasıl ve ne şekilde yer alacağını belirlediği, birçok aşamadan oluşan aktiviteleri kapsayan karmaşık bir süreçtir (Güneş vd., 2004). Bu nedenle, modellemeye dayalı oluşturulacak öğretim ortamının iyi planlanması gerekmektedir.

2.14. Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Modellemeye Dayalı Etkinliklerin Kullanıldığı Araştırmalar

Fen eğitimi literatürleri maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanılgılarının tespitinin yanında, bu kavram yanılgılarının iyileştirilmesine yönelik pek çok araştırmayı da içermektedir. Araştırmamda kullandığım modellemeye dayalı etkinlikler, ulusal ve uluslararası başka araştırmalarda da kullanılmıştır.

Öğrencilere okuldaki fen eğitimleri boyunca farklı atom ve molekül modelleri sunulmaktadır. Bu modellerin kaynağı fenin gelişim süreci içerisinde bilim insanları tarafından kabul edilen bilgilerdir. Modeller öğrencilere ders kitaplarında verilmekle birlikte, öğretmenlerin de öğrencilerin öğrenmelerini destekleyen sınıf aktivitelerini kullanarak (tasarlayarak) kavramayı pekiştirmeleri gereklidir. Sonunda öğrenciler parçacık kavramı ile ilgili bilgiyi kendi zihinlerinde oluşturmaktadırlar (Çökelez & Dumon, 2005).

Sarıkaya (1995) tarafından yapılan bir araştırmada, öncelikle öğrencilerin atomik yapıya ilişkin sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenmiştir. Öğrencilerde bulunan kavram yanılgılarının iyileştirilmesi için, modellemeye dayalı aktiviteler uygulanmıştır. Öğrencilerde varolan kavram yanılgılarının, modellemeye dayalı etkinliklerden sonra büyük oranda iyileştiği belirlenmiştir.

Sarıkaya (2007b) yaptığı araştırmada, ucuz ve kolay sağlanabilir malzemeler (karton, toplu iğne, oyun hamuru) kullanarak öğretmen, öğretim elemanı ve öğrencilerin kendi molekül modellerini kendilerinin yapmasını önermiştir. Çalışmada, molekül modellerinin nasıl yapılacağı hakkında da bilgi verilmektedir. Ayrıca, molekül modellerinin içinde, öğrencilerin ve öğretmenlerin temel geometrik şekilleri

anlamalarına yardımcı olacak, geometrik şekil modellerine de yer verilmektedir. Bu çalışmada öğretmen, öğretim elemanı ve öğrenci kendi ürettikleri modeller aracılığı ile kimyasal maddeler ile adeta kaynaşmış, onları elleriyle tutarak; kendi ürettikleri materyali daha çok sahiplenerek, onu anlamaya çalışmışlardır. Böylece, atom, molekül, bileşik, molekül geometrisi hayali şeyler olmaktan çıkarak, somut hale gelebilmiştir. Öğretmen, öğretim elemanı ve öğrenci, kendisinin yaptığı ve elinde tuttuğu cismi hafızasına yerleştirmiştir. Elindeki modele bakarak, molekülün uzaysal yapısını kâğıt ve/veya tahta üzerine daha kolay, daha bilinçli olarak çizebilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre kimya öğretimi öğretmen, öğretim elemanı ve öğrencilerin kendi yaptıkları modellerle eğlenceli bir nitelik kazanmış; kimya, sıkıcı bir ders olmaktan çıkmıştır.

Sarıkaya (2011) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, atom ve moleküller ile maddenin tümü arasında ilişki kurmamızı sağlayan mol ve Avogadro sayısı kavramlarının tarihsel süreç içerisinde ortaya çıkışları ele alınmıştır. Araştırmada maddenin parçacıklı yapısının anlaşılmasında mol ve Avogadro sayılarının önemine değinilmiştir. Mol kavramının ortaya çıkışı Avogadro sayısının hesaplanması ile mümkün olmuştur. Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, maddenin parçacıklı yapısının ileri seviyede anlaşılmasında Avogadro sayısının sembolik bir model olduğu ve kimya eğitiminde mol kavramının anlaşılmasında büyük bir rolü olduğu söylenebilir.

Barnea ve Dori (1996), yaptıkları çalışmada kimya öğretiminin geliştirilmesinde araç olarak bilgisayar molekül modellerini kullanmışlardır. Molekül modelleri kimya öğretiminde kavramları keşfetmek ve göstermek için geniş bir alanda kullanılmaktadır. Fakat genellikle tek bir model kullanılmakta ve yeterince öneminin üzerinde durulmamaktadır. Bu çalışmada fen öğretmen adaylarının bilgisayar molekül modelleri ile ilgili tutumları, kullanım durumları araştırılmıştır. Kimyasal bağ ve yapı ile ilgili yeni kavramları yapılandırmalarına, molekül modellerinin kullanımının etkisi ölçülmüştür. Üç boyutlu molekül yapıları ile ilgili sorularda deney grubunun başarısı, kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Öğrencilerin model kullanımına yönelik tutumları da pozitifdir. Öğrenciler moleküler geometri ve bağ kavramlarını anlamalarında, modelle öğretimin etkili olduğunu ve bu tekniği sevdiklerini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin sınıfta sadece küçük moleküllerin yapımında kullandıkları modeller sert, ulaşılabilirliği düşük ve sınırlayıcıdır. Top ve çubuk model kullanımı yaygındır fakat renk, büyüklük seçeneğinden dolayı sınırlı sayıda element bu modellerle ifade edilebilir. Bağ uzunluğu ve moleküldeki atomlar arasındaki açı bu modellerle tam ifade edilememektedir.

Çoğu öğretmen bu modelleri kullanırken, gerçekte yapıların modelle bire bir örtüşmeyen noktaları (birebir gerçeğine benzemediği) üzerinde durmamaktadır. Sonuç olarak öğrenciler yanlış ya da kısmi kavramalar kazanmaktadırlar. Bilgisayar molekül modellerinin avantajı ise, değiştirilemeyen top çubuk modellerine göre molekül atomlarının farklı büyüklük, sayı ve renk seçeneklerinin çok olmasıdır. Modelin anlaşılması için atom sembolleri eklenebilir ya da kaldırılabilir (Barnea & Dori, 1996)

Barnea ve Dori (2000) tarafından yapılan başka bir çalışmada, kimya öğretmenlerinin ve lise kimya öğrencilerinin modellerin işlevleri ve modeller hakkındaki görüşleri bir anketle alınmıştır. Kimyasal bağlar konusu deney grubunda molekül modellerinin bilgisayar simülasyonlarıyla gösterimi ile kontrol grubunda ise bilgisayar simülasyonları kullanılmadan işlenmiştir. Sonuçta deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Öğrencilerin modeli tam olarak kavramalarında, bilgisayar simülasyonları ile verilen molekül modellerinin etkisi büyüktür. Fen eğitiminde kullanılan çoğu modelin gerçeklerini bire bir yansıtmamaları, onların yetersiz kalmasına neden olmaktadır.

Liu ve çalışma arkadaşları (1997) tarafından yapılan çalışmanın amacı, lise öğrencilerinin madde kavramlarını öğrenmelerine, modele dayalı öğretim yönteminin etkisini araştırmaktır. 66 öğrenci ile yapılan çalışmada öğrencilere atom kavramının tarihi süreç içinde gelişimi verilmiş, bilgisayarda atom modelleri sunulmuştur. Ardından atom modeli aktivitelerinde öğrencilere atom modelleri yaptırılmıştır. Kıl kullanarak atom modeli yapan öğrencilerin çoğunun modeli, Rutherford atom modeli şeklinde olmuştur. Bütün elektronlar çekirdeğin etrafında ve yerleri belli değildir. Model üç boyutlu olmasına rağmen, öğrenciler çalışmalarında elektronların hemen hemen hepsini aynı düzlemde göstermişlerdir. Modelle öğretimden sonra, öğrencilerin kavram yanılgıları düzelmiş; proton, nötron ve elektronun atomdaki yerleri ve büyüklükleri ile ilgili doğru kavramlar edinmişlerdir. Öğrenciler model yapımı sırasında var olan

kavramlarını yeniden gözden geçirmişlerdir. Çalışma sonucunda öğrenciler tarafından yapılan çeşitli modellerin fen öğretiminde çok etkili olduğu, model oluşturma'nın fen öğrenme yeteneğini arttırdığı belirlenmiştir.

Öğretmenler modele dayalı öğrenmeyi etkili bir şekilde uygulamak istiyorlarsa, öğrencilerin sadece model ve modelleme kavramlarını bilmeleri ile yetinmemeli, öğrencilerin var olan bilimsel kavramlarını yeniden gözden geçirmelerine ve doğru olan kavramları yapılandırmalarına imkan tanınmalıdır.

Merritt ve Krajcik (2008)'in yaptıkları çalışmanın amacı, sekiz hafta modelle öğretim gören 6. sınıf öğrencilerinin, maddenin parçacıklı yapısını anlamalarındaki değişiklikleri belirlemektir. 6. sınıf "uzaktan maddelerin kokusunu nasıl alabiliriz?" ünitesi kapsamında çalışma yapılmıştır.

Bu ünite öğrencilerin modellemeyi öğrenmeleri için pratik yapmalarına aynı zamanda maddenin parçacıklı yapısı kavramını öğrenmelerine odaklanmaktadır. Maddenin parçacıklı yapısı duyu organları ile algılanamadığından ve modeller görselliği arttırdığından model tabanlı öğrenme kullanılmıştır. Öğrenciler model oluşturmuş, kavramı açıklamış ve modelin kavramı nasıl açıkladığını ifade etmişlerdir. Öğrenciler görüş birliği ile yaptıkları modellerine yeni kavramlarını ekleyerek deneyim kazanmışlardır. Öğrenciler modelin yeni kavramları açıklama düzeyini açıklamışlar ve buna göre var olan kavramlarını gözden geçirmişlerdir. Çalışma öğrencilerin modeller sayesinde önceki bilgilerine yeni bir bakış açısıyla bakmalarını sağlaması açısından önemlidir. Ünite kapsamında öğrenciler maddenin ne olduğu, taneciklerden oluştuğu ve aralarında boşluk olduğu, taneciklerin sürekli hareket ettiği, maddenin özelliklerine bağlı olarak taneciklerin düzenlenişi, hal değişimlerinde enerjinin maddenin taneciklerine etkisi konularını öğrenmişlerdir. Öğrencilere çizim yapmaları gereken sorular sorulmuştur. Öğrencilerden maddenin kokusunun odaya nasıl yayıldığını çizimleri istendiğinde, öğretim öncesi sürekli madde modeli ile cevap veren öğrencilerin hepsi modelle öğretimden sonra tanecik modeli ile çizim yapmışlardır. Öğretim boyunca öğrenciler zaman içinde sürekli madde modelinden, parçacıklı, hareketli madde modeline geçmişlerdir.

Özmen (2008), araştırmasında fen öğretmen adaylarının kimyasal denge kavramı ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemiştir. 13 sorudan oluşan çoktan seçmeli test, kavram yanlışlarını tespit etmek için geliştirilmiş, kimya dersini alan 90 öğrenciye uygulanmıştır.

Araştırma sonuçları öğrencilerin kimyasal denge kavramını yanlış kavradıklarını göstermiştir. Araştırmada kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının azaltılması için kimyanın makroskopik, mikroskopik ve sembolik boyutlarının üçünün görselleştirilerek bir arada verilmesi ve öğrencilerin bu üç boyutu birlikte kavramalarının sağlanması gerekliliği vurgulanmıştır. Bunun için bilgisayar destekli eğitim, simülasyonlar kullanılması gerekliliği, bilgisayar simülasyonlarının atomik ve sembolik düzeyde kimyasal dengenin kavranmasında oldukça faydalı olduğu belirtilmiştir.

Williamson (1992) tarafından yapılan doktora tez çalışmasında, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısını kavramalarına ve kavram yanlışlarına, bilgisayar animasyon modellerinin etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın amacı, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısını kavramalarına, görsel yardımın etkisini incelemektir. Öğrencilerin bu kavramları anlayamamalarının nedeni, bunları görselleştirememeleri olabilir. Bilgisayar animasyon teknikleri hareketli ve üç boyutlu gösterimleri mümkün kılar. Bu çalışmada bilgisayar animasyonları grubun birinde sınıfta genel olarak tüm öğrencilere kullanılmış, diğerinde ise hem sınıfta hem de bireysel olarak bilgisayar laboratuvarında tek tek öğrenciler tarafından kullanılmıştır. Bu iki deney grubu bir kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlamaları, kavram yanlışlarının sayısı, ders başarıları ve derse karşı tutumları belirlenmiştir. Her iki deney grubu da kontrol grubuna göre daha yüksek kavramsal anlama ve daha az kavram yanlışlığı kaydetmiştir. Ders başarıları ve tutumları arasında hiçbir fark bulunmamıştır. Animasyon kullanımının kavramların zihinsel modellerinin oluşumunu sağlayarak, kavramsal öğrenmeyi arttırdığı belirtilmiştir.

Hwang ve Chiu (2004) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısına ilişkin kavramlarının gelişimine bilgisayar simülasyonlarının etkisi araştırılmıştır. İlk olarak yaşları 11 ile 15 arasında değişen öğrencilerin gaz kavramları belirlenmiştir. Kavramların ortaya çıkarılmasında açık uçlu ve çizime dayalı sorular

kullanılmıştır. Bilgisayar simülasyonları öğrencilerin kavramada zorluk çektiği konulara ağırlık verilerek hazırlanmıştır.

Sonuçlar öğrencilerin gaz taneciklerinin büyüklüğü, ağırlığı ve boşlukta hareketli yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının olduğunu ortaya çıkarmış, öğretimden sonra ise ön ve son test karşılaştırıldığında; bilgisayar simülasyonlarının kullanıldığı grubun parçacıklı yapıyı daha iyi kavradığı, istatistiksel olarak bulunmuştur.

Kim (2008), lise kimya giriş derslerinde el yapımı modeller kullanımının parçacıklı yapının kavranmasına etkisini araştırmıştır. Lise kimya derslerinde amaç sadece öğrencilerin karşılaştıkları matematiksel problemleri çözmeleri değil, kavramsal öğrenmeyi sağlayarak; konuların kavramsal ve matematiksel boyutları arasındaki boşluğu doldurmaktır. Bu araştırmada öğrencilerin yaratıcı el yapımı model ve görselleri kullanmaları, kavramsal ve matematiksel problemleri çözme yetenekleri arasındaki boşluğu azaltır mı? sorusuna yanıt aranmıştır.

Öğrencilerin parçacık davranışlarını anlamalarını sağlayacak, görsel bilgisayar animasyonları kullanılmıştır. Bilgisayar modelleri ya da öğretmenlerin kullandığı modeller (çalışma kağıtları, slaytlar), kimyasal kavramların görselleştirilmesini sağlarken, öğrencilerin yaratıcılığını geliştiren el yapımı modeller kadar dokunulabilir değildir. Öğrencilerin kendilerinin yaptığı modeller parçacıklı yapıyı anlamalarına daha çok katkı sağlayacaktır. Aynı modeller yeni ve karmaşık kavramların öğretiminde kullanıldığında, öğrenciler bu kavramlarla maddenin parçacıklı yapısı arasında daha kolay bağlantı kuracaklardır. Araştırmada öğrenciler boncuk, ip, mıknatıs, bakır para ve bakır tel kullanarak element, bileşik, karışım modelleri yapmışlardır. Öğrenciler üç gruba ayrılarak kendilerine verilen maddenin modelini en iyi şekilde yapmaya çalışmışlardır. Örneğin iyonik bileşikler için mıknatıs kullanmışlardır. Öğrencilerin oluşturdukları modelleri gazlar, kimyasal olaylar gibi kavramları açıklamada kullanmalarına yardım edilmiştir. Sonunda deney ve kontrol grubuna gaz kanunları, denge, yoğunluk gibi konularda matematiksel ve kavramsal soruları içeren bir test verilmiştir. Modelleri kullanan öğrencilerin matematiksel ve kavramsal problemleri çözme başarılarının, diğer gruba göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kimyada matematiksel problemleri çözebilmek için, öğrencilerin kavramları da iyi bir şekilde kavraması gerekliliği vurgulanmıştır.

Adadan (2006) doktora tez çalışmasında, lise 1. sınıf temel kimya dersini aynı öğretmenden alan 42 öğrencinin maddenin halleri ile ilgili kavramaları üzerine çoklu gösterimlerin etkisini araştırmıştır. Gruplardan birinde maddenin makroskopik özelliği ve bununla ilgili mikroskopik yapıyı gösteren çoklu gösterimler kullanılmıştır. Diğer grupta maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili aynı konular mikroskopik yapıyı görselleştiren çoklu gösterimler kullanılmadan işlenmiştir. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını değerlendirmek için, açık uçlu sorulardan oluşan bir anket öğretim öncesi ve sonrası uygulanmış, öğretim sonrası öğrencilerle mülakat yapılmıştır. Öğretim öncesi her iki grupta da maddenin parçacıklı yapısına yönelik kavram yanılgıları tespit edilmiş ve aralarında fark bulunmamıştır. Son test sonuçları mikroskopik yapıyı görselleştiren gösterimlerin uygulandığı grubun, kavram yanılgılarının diğer gruba oranla farklı bir şekilde azaldığını göstermiştir.

Ardaç ve Akaygün (2004) tarafından yapılan araştırmada, bilgisayar ortamında makroskopik düzeydeki molekül modellerinin etkinliği ölçülmüştür. Kimya kavramlarının makroskopik, mikroskopik ve moleküler gösterimlerinin kavram öğretimindeki etkisi araştırılmıştır. 49 katılımcının 16'sına molekül gösterimleri, 33'üne ise normal öğretim verilmiştir. Araştırma sonucunda bilgisayar ortamında molekül modellerinin kullanıldığı grubun kavramları öğrenme oranının daha fazla olduğu görülmüştür.

Wu ve çalışma arkadaşları (2001), yaptıkları çalışmada bilgisayar destekli görsel modeller (molekül modelleri, çoklu gösterimler) kullanımının kimyasal gösterimlerin anlaşılması üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmaya 11. sınıfa devam eden 71 lise öğrencisi katılmıştır. Araştırma sonuçları öğrencilerin zihinsel kavramlarının oluşumunda bilgisayar molekül modellerinin çok etkili olduğunu göstermiştir (Wu, Krajcik & Soloway, 2001).

Şimşek (2009)'in yaptığı araştırmada, 1. sınıf üniversite öğrencilerinin çözeltilerle ilgili kavramları anlamalarına görsel bilgisayar modellerinin etkisi incelenmiştir. Tanecikle ilgili kavramların anlaşılmasının nedeni, öğrencilerin taneciklerin davranışını ve tanecikleri gözlerinde canlandıramamalarıdır.

Bu çalışma eğitim fakültesinde aynı öğretim elemanının yürüttüğü genel kimya dersini alan, “109” 1. sınıf üniversite öğrencisini kapsamaktadır. Sınıflardan biri animasyonla öğrenme grubu diğeri ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin çözümlerle ilgili kavramsal anlamaları, kavram yanlışları ve ders başarıları ölçülmüştür. Deney grubu kontrol grubuna kıyasla daha yüksek kavramsal anlama puanı almıştır. Ayrıca deney grubunda kontrol grubuna göre daha az kavram yanlışlığı bulunmuştur. Sınıfların ders başarılarında fark bulunamamıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre animasyonlar kavramların dinamik zihinsel modellerini harekete geçirerek kavram öğrenimini artırmaktadır. Durgun zihinsel modeller ise kimyasal süreçlerin yeterince anlaşılmasında başarısızdırlar. Animasyon tekniği kimya, fizik ve biyoloji kavramlarının öğretiminde ve kavramsal anlamının geliştirilmesinde çok etkilidir. İki boyutlu bilgisayar modelleri taneciklerin hareketliliğini gösterir.

Çalışmada çözünme olayındaki mikroskopik boyut görselleştirildiğinden, çözünme kavramı, animasyonu izleyen öğrencilerde doğru bir şekilde anlamlandırılmıştır. Animasyonları izleyen öğrenciler çözünme olayında kimyasal bağ yapısını ve iyonları çizimlerinde hatasız olarak ifade etmişlerdir. Öğretim öncesi sürekli tuzlu su modelini çizen öğrenciler, öğretim sonrası parçacıklı modeli çizebilmişlerdir.

2.15. Somut ve Soyut İşlemler Dönemindeki Öğrenci Başarılarının Karşılaştırıldığı Araştırmalar

Üniversite birinci sınıf fen bölümü öğrencilerinin bilişsel gelişim düzeylerini ölçmek amacıyla yapılan bir araştırmanın, örneklemi yaşları ortalama ondokuz olan öğrenciler oluşturmuştur. Öğrencilere fen ve matematik kavramlarına yönelik bir mantıksal düşünme yeteneği testi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin %70'i kendilerinden beklenen soyut düşünebilme yeteneğini gösterebilmiştir. Geriye kalan öğrenciler ise fen ve matematik alanındaki kavramları beklenen düzeyde anlamlandıramamışlardır (McCormack, Finlayson, & McCloughlin, 2011).

Araştırma sonuçları Piaget'nin zihinsel gelişim kuramındaki dönemlerden soyut işlemler döneminde olan öğrencilerin, genel olarak dönemin özelliklerini gösterdiğini,

ancak bazı öğrencilerin bulundukları zihinsel gelişim döneminin özelliklerini gösteremeyebileceğini açıklamaktadır.

Üç yaş ile onüç yaş arasındaki çocukların soyut ve somut kavramları anlamaları üzerine yapılan başka bir araştırmada, bu yaş gruplarındaki öğrencilerin civayı tanımlarken kullandıkları kelimeler araştırılmıştır. Öğrencilerin yeni bir kavramı öğrenmelerinde bu kavramın ilk öğretiminde verilen örnek önemlidir. Örneğin sıvı kavramının öğretiminde ilk örnek olarak hep su verilir. Öğrenciler bütün sıvıların özelliklerini suya genellediklerinde, kavram yanılgıları oluşur. Araştırmada öğrencilerin oda sıcaklığında sıvı halde bulunan civa metalini tanımlamaları istenmiştir (Krnel, 2013).

Krnel (2013) tarafından yapılan çalışmada, üç yaşındaki öğrenciler civayı beyaz ya da gri su olarak tanımlamıştır. Beş yaş grubundaki öğrencilerin bir kısmı ise gri, siyah su, altın ya da gümüş suyu tanımlamasını yaparlarken, bir kısmı su ve diğer bir madde ya da su ve bir metalin karışımı olarak tanımlamışlardır. Beş yaş grubundaki öğrencilerin bir bölümü ise civayı zehirli ve renkli oje olarak tanımlamıştır. Yedi yaşındaki öğrencilerden iki tanesi civayı doğru olarak tanımlarken, diğer öğrenciler oyun hamuru, puding ya da sıvı bronz karışımı, gümüş suyu, gümüş renkli su tanımlamalarını kullanmışlardır. Dokuz yaş grubundaki öğrencilerden biri civayı doğru olarak tanımlarken, çalışma arkadaşları kurşun, altın; erimiş demir, erimiş kaya ya da erimiş gümüş; metal-su ya da kurşun-su karışımı; kirli ya da manyetik su tanımlamalarını kullanmışlardır. Onbir yaşındaki öğrencilerden altısı civayı doğru olarak tanımlarken, çalışma arkadaşları erimiş demir, erimiş kurşun ya da erimiş başka bir metal; lav olarak tanımlamışlardır. Onüç yaş grubundaki öğrencilerden sekizi civayı doğru olarak tanımlarken, çalışma arkadaşları ise alüminyum, sıvı çinko, erimiş demir ve erimiş kurşun olarak tanımlamışlardır. Araştırmada sonuç olarak üç ve beş yaşındaki öğrenciler civayı tanımlarken farklı renklerde su kavramını kullanmışlardır. Öğrencilerin yaşı arttıkça civa ve su arasındaki farkları kavrayarak öncelikle su ve bir metal karışımı tanımını kullanmışlardır, bu tanımlarında metallerin parlaklık özelliğini kavramaları etkili olmuştur. Onbir ve onüç yaş gruplarında ise, öğrencilerin civayı metal, erimiş metal ya da sıvı haldeki metal olarak tanımladıkları görülmüştür.

Krnel (2013) tarafından yapılan araştırma sonucunda, öğrencilere yeni kavramların öğretiminde, bildikleri kavramlardan yola çıkılması ancak yeni kavramla bilinen kavram arasındaki farklılıkların, öğrencilerin zihinlerinde kavram yanlışlarına yol açmayacak şekilde verilmesinin önemi vurgulanmıştır. Kavram haritalarının kavram öğretiminde özellikle var olan kavramlarla yeni kavramlar arasındaki ilişkiyi gösterme açısından önemli ve etkili bir rol oynadığı bu nedenle fen eğitiminde de kavram haritalarına yer verilmesi gerekliliği belirtilmiştir.

Başka bir araştırmada üç yıllık bir süre içerisinde üniversitede fen eğitimi alan öğrencilerin, problem çözme süreçlerinde mantıksal akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumları belirlenmiştir. Ülkenin üç bölümünden 8000'den fazla öğrenci Piaget'nin bilişsel gelişim evrelerine göre somut, soyut ve geçiş dönemi olarak sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin farklı problemlerde, farklı problem çözme yöntemlerine başvurdukları görülmüştür. Araştırma sonucunda öğrencilerin sayısal problemleri çözmeye zorluklarla karşılaştıkları, mantıksal sonuç çıkarma yeteneği zayıf olan öğrencilerin oran problemlerinde daha çok deneme yanılma yolunu kullandıkları belirlenmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak, soyut işlemler döneminde bulunması gereken tüm öğrencilerin bir kısmının somut işlemler döneminde, bir kısmının ise geçiş döneminde olduklarını belirlemişlerdir. Ayrıca fen derslerinin Piaget'nin bilişsel gelişim basamaklarına göre planlanmasının ve öğrencilerin hangi bilişsel gelişim evresinde olduğunun belirlenmesinin önemi vurgulanmıştır (Thorton & Fuller, 1981).

Piaget'ye göre, biz öğretmenler öğrencilerimizin 10 yaşını doldurduğunda soyut işlemler dönemine girmelerini ve 15 yaş itibariyle mantıksal akıl yürütme becerilerini tümüyle kazanmış olmalarını bekleriz. Ancak yapılan pek çok araştırma gerçekte tüm öğrencilerin aynı yaşlarda, aynı bilişsel gelişim döneminde olmadığını göstermektedir (Herron, 1975). Piaget de bilişsel gelişim biyolojik olgunlaşma ile birlikte geçirilen yaşantılardan da etkilendiği için, bazı yetişkinlerin yaşları ne olursa olsun soyut işlemler dönemine ulaşamamış olmasının mümkün olabileceğini açıklamıştır.

Valadines (1998) tarafından yapılan araştırmada, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu sınıf öğrencilerinin bilimsel düşünme yeteneklerinin düzeyi araştırılmıştır. Bilimsel düşünme yetenekleri açısından öğrenciler kombinasyonlu düşünme, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, orantısal düşünme, korelasyonel düşünme ve

olasılıklı düşünme alanlarında sınıf ve cinsiyetlerine göre değerlendirilmişlerdir. Araştırma sonuçları, öğrencilerin büyük bir bölümünün öğretim programlarında yer alan soyut fen kavramlarını öğrenebilmeleri için gerekli olan bilimsel düşünme becerilerine sahip olmadığını göstermektedir. Halihazırda var olan ders müfredatları ve kullanılan öğretim yöntemleri, öğrencilerin bulundukları sınıfın gerektirdiği bilişsel kavrama düzeyine göre hazırlanmakta, ancak öğrencilerin hepsinin aynı bilişsel düzeyde olmadığı gerçeği gözardı edilmektedir. Fen öğretiminin birinci amacı ise öğrencilere bilgi yüklemek değil, bilimsel düşünme becerilerini kazandırmaktır.

Yapılan başka bir çalışmada, önemli bir enerji kaynağı olan nükleer enerjinin öğrenciler tarafından anlaşılmasında karşılaşılan güçlüklerin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır. Öğrencilerin atom ve radyasyon konularına yönelik öğrenme güçlüklerini belirlemek için bir anket uygulanmıştır. Radyasyon konusunu anlayabilmek için öncelikle atom ve atomun parçacıklı yapısının kavranması gerekir. Öğrencilerin atom ve yapısına yönelik kavramları anlayıp anlamadıkları bir anket kullanılarak belirlenmiştir. Fizik dersini alan öğrencilere uygulanan anket sonucunda öğrencilerin çoğunun atomla ilgili yetersiz bilgi ve kavram yanlışlarına sahip oldukları, atom modelleri ile ilgili zihinsel yapının çoğu öğrencide var olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin element ve element atomu kavramları arasında ilişki kuramadıkları, çizimlerinde elektronların belli bir yerde sabit bulunduğunu düşündükleri, elektron bulutu kavramını bilmedikleri gözlenmiştir. Çoğu öğrencinin iyonlar, izotop atomlar ve radyoaktif atomlar hakkında bilgi sahibi olmadıkları bulunmuştur. Öğrencilerin en basit radyasyon sürecini anlayabilmeleri için, Piaget'nin mantıksal akıl yürütme sürecinden yola çıkılarak, bir atomun davranışını gözleyebilecekleri ve farklı atomların radyoaktivite durumlarını kavrayacakları bilgisayar simülasyonu kullanılmıştır. Araştırmaya dayalı aktivitelerle öğrencilerin atomun yapısını kavramaları sağlanmıştır. Bilgisayar simülasyonu kullanılarak yapılan dersten sonra öğrencilerin çoğunun atom ve iyonlaşma gibi konulardaki eksikliklerini giderdikleri belirlenmiştir (Hafele, 2011).

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, evren ve örnekleme, araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve verilerin analizinde kullanılan istatistiksel yöntemler ele alınmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmanın amacı, öncelikli olarak öğrencilerde maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili olarak bulunan kavram yanlışlarını açığa çıkarmaktır. Bu nedenle çalışmada tarama tipi araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini ilköğretim 4, 5, 6, 7, 8. sınıflar ile ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12. sınıflar oluşturmuş olup, seçilen bazı sınıflarda modellemeye dayalı etkinlikler uygulanmıştır. Modellemeye dayalı etkinliklerin uygulandığı sınıflara, MPYDT (Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi) ve MPYKT (Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi) tekrar uygulanarak, etkinliklerin kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki rolü araştırılmıştır. Ayrıca araştırmada öğrencilerdeki kavram yanlışları ile birlikte öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri de bir testle ölçülerek, mantıksal düşünme yeteneği ile parçacıklı yapıya yönelik kavram yanlışları arasındaki ilişki de belirlenmiştir.

Tarama tipi araştırma modelleri, geçmişte ya da halen var olan bir durumu var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır. Araştırmaya konu olan olay, birey ya da nesne, kendi koşulları içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır. Onları herhangi bir şekilde değiştirme, etkileme çabası gösterilmez. Bilinmek istenen şey vardır ve oradadır. Tarama tipi araştırmanın üç temel özelliği vardır. Bunlar:

- I.** Bilgi bir evrenin belli bir konudaki düşüncelerini ya da özelliklerini tanımlamak amacıyla bu evrenin parçası olan bir gruptan toplanır.
- II.** Bilgiyi toplamak amacıyla kullanılan temel yol soru sormadır, gruptaki insanların bu sorulara verdikleri cevaplar çalışmanın verilerini oluşturur.
- III.** Bilgi genellikle evrenin tümünden değil bir örneklemden toplanır (Karasar, 2005).

Tarama tipi araştırmaların temel amaçlarından birisi, hedeflenen evrenin özelliklerini açığa çıkarmaktır. Hedeflenen evrene ulaşmak genellikle zor olduğu için evrenin bütün üyelerinden bilgi toplanamayabilir. Hedeflenen evrene ulaşılamasa da onun yerine bu evrenden seçilen örnekleme çalışılır. Bu örneklemden elde edilen sonuçlar ışığında evren hakkında genel bir tanımlama çıkartılabilir.

Araştırmada ayrıca modele dayalı etkinliklerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkisini belirlemek üzere, tek grup öntest-sontest modeli kullanılmıştır. Tek grup öntest- sontest modelinde gelişigüzel seçilmiş bir gruba bağımsız değişken uygulanır. Hem deney öncesi hem de deney sonrası ölçmeler yapılır. Modelin simgesel görünümü

G_1	R	$O_{1.1}$	X	$O_{1.2}$
-------	---	-----------	---	-----------

şeklindedir.

G_1 : Deney grubu

R: Grup oluşturulmasındaki yansızlık

X: Bağımsız değişken düzeyi

$O_{1.1}$: Ön testler

$O_{1.2}$: Son testler

Modelde $O_{1.2} > O_{1.1}$ olması halinin “X”den dolayı olduğu kabul edilir (Karasar, 2005).

3.2. Evren ve Örneklem

Bu bölümde araştırmada ulaşılmak istenilen hedef evren, ulaşılabilen evren ve örneklem tanımlanmıştır.

Evren: Araştırmacının çalışması için ilgilendiği ve araştırma sonuçlarını genellemek istediği elemanlar bütünüdür (Karasar, 2005).

Hedef Evren: Araştırmacının genellemek istediği ancak nadiren elde edilebilen evrendir. Araştırmacının ideal seçimidir. Diğer bir ifadeyle evreni temsil etmektedir (Karasar, 2005).

Bu araştırmada hedef evreni 2009-2010 öğretim yılında Türkiye’deki 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf ilköğretim öğrencileri ile 9., 10., 11. ve 12. sınıf ortaöğretim öğrencileridir.

Çalışma Evreni: Araştırmacının genelleme yapabildiği, ulaşabildiği evrendir. Araştırmacının gerçek seçimidir (Karasar, 2005).

Bu araştırmadaki ulaşılabilen evren 2009-2010 öğretim yılında Denizli’deki 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf ilköğretim öğrencileri ile 9., 10., 11. ve 12. sınıf ortaöğretim öğrencileridir.

Örneklem: Araştırma verilerinin toplandığı gruptur. Bu araştırmadaki örneklem tarama grubunu, 2009-2010 öğretim yılında Denizli’deki okullardan rastgele seçilmiş “278” 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf ilköğretim öğrencisi ile “207” 9., 10., 11. ve 12. sınıf ortaöğretim öğrencisi olmak üzere, toplam 485 öğrenci oluşturmaktadır. Ayrıca deneysel çalışmada, modele dayalı etkinliklerin uygulandığı örneklem grubunu oluşturan 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinden oluşan öğrenci sayısı ise 166’dır.

Sosyal bilimlerde genellikle her gözenekte bulunacak ve normal bir dağılımı temsil edecek örnek miktarının, üç yüz, dört yüz dolaylarında olmasının ideal, fakat yüzden de aşağı düşmemesinin yararlı bir uygulama olacağı söylenebilir (Karasar, 2005). Buna göre, tarama grubunu oluşturan “485” öğrencinin ideal sayısı olduğu,

deneysel çalışma grubunu oluşturan “166” öğrencinin de yeterli sayıda olduğu söylenebilir.

Örneklem Seçimi: Bu araştırmada örneklem genelleme yapabilmek amacıyla rastgele seçilmiştir. Rastgele örneklem seçimi için kullanılan birden fazla yöntem vardır. Bu araştırmada oransız eleman örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Buna “basit tesadüfi örnekleme”, “yalın örnekleme”, “yansız örnekleme” ya da İngilizcesinden “simple random sampling” gibi adlar da verilmektedir. Bu yöntem evrendeki tüm elemanların birbirine eşit seçilme şansına sahip oldukları örnekleme türüdür. Oransız eleman örneklemede, evrendeki eleman türlerinden her birinden örnekleme girenlerin sayısı, tümü ile şansa bırakılmıştır (Karasar, 2005).

Bu araştırmada ise benzer olarak öncelikle Denizli’deki ilköğretim ve ortaöğretim okullarından birer tanesi rastgele seçilmiştir. Bu okullar rastgele seçildikten sonra, seçilen ilköğretim okulundan ikişer tane 4. sınıf, 5. sınıf, 6. sınıf, 7. sınıf ve 8. sınıf belirlenmiştir. Ortaöğretim okulundan da aynı şekilde seçim yapılmıştır. Yani seçilen ortaöğretim okulundan iki tane 9. sınıf, iki tane 10. sınıf, iki tane 11. sınıf ve iki tane 12. sınıf yine rastgele seçilmiştir. Böylelikle araştırmada toplam iki farklı okul yani 18 farklı sınıf ile çalışılmıştır. Örneklem tarama grubunda 278 ilköğretim ve 207 ortaöğretim öğrencisi olmak üzere, toplam 485 öğrenci bulunmaktadır. Ayrıca deneysel çalışmada modele dayalı etkinliklerin uygulandığı örneklem grubunu oluşturan 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinden oluşan öğrenci sayısı ise 166’dır.

Örneklemdeki öğrenci sayısı göz önüne alınırsa, araştırmada geniş bir örneklem ile çalışılmış olup sonuçların ulaşılabilen evrene genellenebilmesi kolay olmuştur. Diğer bir deyişle, örneklem seçimi bu şekilde rastgele yapıldığı için araştırmada ulaşılan sonuçlar ulaşılabilen evrene yani Denizli’deki ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerine genellenebilmiştir.

3.3. Verilerin Toplanması

Bu bölümde araştırmanın bağımlı değişkenlerinin elde edilmesi için kullanılan dört veri toplama aracı açıklanmıştır.

3.3.1. Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi (MPYDT)

İki versiyonu bulunan maddenin parçacıklı yapısını değerlendirme testinin ilk versiyonu Yezierski ve Birk (2006) tarafından, Treagust'un diagnostik testlerin uygulanması ve geliştirilmesindeki adımları kullanılarak yapılandırılmıştır. Testte aşağıdaki konularla ilgili kavram yanlışlarının açığa çıkarılması amaçlanmaktadır.

- Taneciklerin boyutu
- Taneciklerin ağırlığı
- Maddenin halleri ve hal değişimi
- Taneciklerin bileşimi
- Taneciklerin enerjisi

Bu testin ilk versiyonu 12 çoktan seçmeli soru içermektedir. İkinci versiyonu ise, 20 sorudan oluşmaktadır. Her bir sorunun bilimsel olarak doğru kabul edilmiş bir cevabı bulunmaktadır. Doğru cevabın yanında, yine daha önce literatürdeki çalışmalarda öğrencilerde var olduğu görülen ve konuyla ilgili kavram yanlışlarını içeren seçenekler vardır.

Testte maddenin taneciklerinin resmedildiği sorular da bulunmaktadır. Bu resimlerde bir kabın içinde bulunan maddenin tanecikleri, daireler içinde büyütülerek gösterilmiştir. MPYDT'nin birinci versiyonu üç kimya öğretmeni tarafından yenilenmiş ve bu öğretmenler doğru cevaplar hakkında %100 fikir birliğine varmışlardır (Yezierski & Birk, 2006). Testin yenilenen bu ikinci versiyonunda, 20 çoktan seçmeli soru bulunmaktadır. Bu araştırmada testin ikinci versiyonu kullanılmıştır, bu nedenle test araştırmacı tarafından İngilizce orijinalinden Türkçe'ye çevrilmiştir. Orijinal İngilizce ve çeviri İngilizce metin karşılaştırılarak farklı olan bölümler düzeltilmiştir. Testin güvenilirliği Denizli Anadolu Lisesi'nden seçilen "135" 9. sınıf öğrencisine uygulanarak Cronbach α güvenirlik katsayısı $\alpha = 0.79$ olarak bulunmuştur. Cronbach α güvenirlik katsayısının 0.70'den yüksek olması testin güvenilirliğinin yeterli düzeyde olduğunu gösterir (Büyüköztürk, 2004). Bu testin güvenilirliği bu değerden büyük olduğu için, test güvenilirirdir.

Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi (MPYDT) sorularını, maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili olarak ölçtükleri kavramlara göre tek tek ele alacak olursak;

1. Maddenin (suyun) katı halden, sıvı hale geçtiğinde moleküllerinin durumu.
2. Sıvı haldeki maddeyi (suyu) oluşturan moleküller ile, gaz haldeki suyu oluşturan moleküllerin hareket durumunun karşılaştırılması.
3. Suyu oluşturan moleküllerin donma, erime, buharlaşma, yoğunlaşma olaylarında büyüklüklerinin değişim durumu (büyüme).
4. Maddenin (suyun) sıvı halden, gaz hale geçmesi durumunda moleküllerinin durumu.
5. Madde (su) sıvı halden, gaz haline geçtiğinde, enerjinin ne için kullanıldığı (bu olayın fiziksel ya da kimyasal değişim olma durumu).
6. Gaz halde bulunan maddenin (suyun) moleküllerinin ağırlığının, madde katı halde iken değişip değişmeyeceği.
7. Su buharlaştığında ne oluşur? (Olay fiziksel ya da kimyasal mıdır?).
8. Kaynayan suyun üzerinde oluşan kabarcıkların yapısının nelerden oluştuğu?
9. Kaynayan su üzerine konulan kapakta oluşan su damlalarının durumu (yoğunlaşma olayının kavranması).
10. Sıvı halde bulunan maddeyi (suyu) oluşturan moleküller ile katı halde bulunan maddeyi (buzu) oluşturan moleküllerin hareket durumunun karşılaştırılması.
11. Mutfak tezgâhına bırakılan ıslak tabağın kuruması (buharlaşma) olayının kavranması.
12. Maddenin hal değişimi olaylarında ısı enerjisinin kullanılma durumu.
13. Su moleküllerinin donma, erime, buharlaşma, yoğunlaşma olaylarında büyüklüklerinin değişim durumu (küçülme).
14. Sudan oksijen ve hidrojen gazlarının nasıl oluşmuş olabileceği (kimyasal olay kavramı).
15. Sıvı halde bulunan maddeyi (suyu) oluşturan moleküller ile gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hareket durumu.
16. Maddeyi (oksijen gazını) oluşturan moleküllerin arasında ne vardır? (Moleküller arasındaki boşluk kavramı).
17. Maddenin hallerine göre, maddeyi oluşturan moleküllerin hareket durumunun değişip değişmeyeceği.
18. Gaz maddelerin kütlesi ve hacminin olup olmadığı.

19. Moleküllerin hızını belirleyen faktör kavramı.

20. Maddenin (karbondioksit) katı halden, sıvı hale geçmesi durumunda maddeyi oluşturan moleküllerinin durumu.

Soruları ölçtükleri kavramlara göre sınıflandırırsak:

- 1.** Madde hal değiştirdiğinde (katıdan sıvıya- sıvıdan gaza), maddede oluşturan moleküllerin görünümü diğer bir deyişle madde hal değiştirdiğinde, maddeyi oluşturan parçacıklar arasındaki boşluğun ya da parçacıkların nasıl bir değişim göstereceği kavramı [1-4 ve 20. sorular].
- 2.** Madde hal değiştirdiğinde, maddeyi oluşturan moleküllerin (taneciklerin) hareketi kavramı [2-10-15 ve 17. sorular].
- 3.** Madde hal değiştirdiğinde, maddeyi oluşturan moleküllerin büyüklüklerinin değişimi kavramı [3-13].
- 4.** Madde hal değiştirdiğinde ısı enerjisinin kullanımı, bu enerjinin ne için kullanıldığı ve enerjinin maddeyi oluşturan moleküllerin hızı ile ilgisi (enerji-molekül ilişkisi) kavramı [5-12 ve 19. sorular].
- 5.** Madde hal değiştirdiğinde, maddeyi oluşturan moleküllerin ağırlıklarının değişimi kavramı [6. soru].
- 6.** Su buharlaştığında, suyu oluşturan moleküllerin ve oluşan hava kabarcıklarının durumu (suyun buharlaşmasının, fiziksel olay olduğu kavramı) [7-8 ve 11. sorular].
- 7.** Kaynayan su üzerine konulan kapakta oluşan su damlalarının durumu (yoğunlaşma olayının kavranması) [9. soru].
- 8.** Sudan oksijen ve hidrojen moleküllerinin nasıl oluşabileceği (kimyasal olay kavramı) [14. soru].
- 9.** Maddeyi oluşturan moleküllerin arasında bulunan boşluk kavramı [16. soru]. Aslında 1-4 ve 20. sorularda da maddenin farklı hallerinde, maddeyi oluşturan moleküller arasında bulunan boşluk kavramı ölçülmektedir. Bu sorularda ayrıca madde hal değiştirdiğinde, moleküllerinde bir değişim olup olmayacağı da (su molekülünü oluşturan atomların birbirinden ayrılıp ayrılmayacağı) sorgulanmaktadır.
- 10.** Gaz maddelerin de kütlesi ve hacminin olup olmadığı kavramı [18. soru].

Bu test, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili (atomun yapısı, fiziksel ve kimyasal değişimler) kavramalarının ne düzeyde olduğunu belirlemek amacıyla ön

test olarak (MPYDT-ön), yapılan uygulama sonucunda öğrencilerin tespit edilen kavram yanlışlarının ne derecede azaldığını görmek amacıyla, son test olarak (MPYDT-son) uygulandı. Doğru seçeneği işaretleyen öğrenciler 1 puan, yanlış seçeneği işaretleyen ve o soruyu boş bırakan öğrenciler puan alamadılar.

3.3.2. Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi (MPYKT)

Atom ve molekül kavramıyla ilgili kavramsal test, Sarıkaya (1996) tarafından, konuyla ilgili literatürlerde yer alan kavram yanlışları göz önünde bulundurularak, konuyla ilgili araştırmalarda yer alan soru örneklerinden yararlanılarak, üniversitede okuyan öğretmen adaylarına araştırma konusu ile ilgili olarak uygulanan ve birçoğunda belirgin olarak tespit edilen bazı kavram yanlışlarından yararlanılarak, çoktan seçmeli ve şekilsel soruların yer aldığı, beş soruluk bir kavram testi niteliğinde hazırlanmıştır. Bu test, günlük hayattan tanıdığımız ve öğrencilerin çoğunun evinde bir şekilde mevcut olan iğne, kömür, naftalin, civa gibi maddeler kullanılarak hazırlanmıştır. Böylece öğrencilerin günlük hayatlarında karşılaştıkları maddelerle ilgili olayları, atomik ve moleküler seviyede düşünüp yorumlamaları sağlanmıştır.

Kavram testini oluşturan soruların ölçtüğü kavramlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Kömüre (katı bir maddeye) çekiçle vurulduğunda, kömürü oluşturan karbon atomlarının değişime uğrayıp uğramayacağı kavramı
2. Toplu iğneye (katı bir maddeye) çekiçle vurulduğunda, toplu iğneyi oluşturan demir atomlarının değişime uğrayıp uğramayacağı kavramı
3. Naftalinin mum alevinde ısıtılıp eritilmesi durumunda, naftalini oluşturan moleküllerin değişime uğrayıp uğramayacağı kavramı
4. Havadaki bir azot molekülüne uçağın çarpması ile, azot molekülünün değişime uğrayıp uğramayacağı kavramı
5. Katı halde bulunan civadaki bir civa atomunun, civa sıvı ya da gaz hale geçtiğinde değişime uğrayıp uğramayacağı kavramı

Test soruları hazırlanırken göz önünde bulundurulmuş düşünceleri şöyle özetleyebiliriz;

1. Öğrenciler madde kavramını biliyor mu?
2. Maddenin parçacıklı yapısı hakkında nasıl bir kavrama sahipler?
3. Atom ve molekül kavramlarını kullanabiliyorlar mı?
4. Bir maddenin sürekli olarak bölünmesiyle ulaşılan, en küçük yapının ne olduğunu biliyorlar mı?
5. Maddenin ısıtılmasıyla yapısındaki atom ve moleküllerin genişleyebileceğini düşünebilirler mi?
6. Atom ve moleküllerin darbe, çarpma gibi etkilerle delinebileceğini, kesilebileceğini düşünebilirler mi?
7. Atom ve moleküllerin buharlaşabileceğini düşünebilirler mi?

Bu düşünceler göz önünde bulundurularak, 5 tane çoktan seçmeli sorudan oluşan bir kavram testi hazırlanmıştır. Testin güvenilirliği Denizli Anadolu Lisesi'nden seçilen "135" 9. sınıf öğrencisine uygulanarak Cronbach α güvenirlik katsayısı $\alpha = 0.79$ olarak bulunmuştur. Cronbach α güvenirlik katsayısının 0.70'den yüksek olması testin güvenilirliğinin yeterli düzeyde olduğunu gösterir (Büyüköztürk, 2004). Bu testin güvenilirliği bu değerden büyük olduğu için test güveniliridir.

Bu test, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili (atomun yapısı, fiziksel ve kimyasal değişimler) kavramalarının ne düzeyde olduğunu belirlemek amacıyla ön test olarak (MPYKT-ön), yapılan uygulama sonucunda öğrencilerin tespit edilen kavram yanlışlarının ne derecede azaldığını görmek amacıyla son test olarak (MPYKT-son) uygulandı. Doğru seçeneği işaretleyen öğrenciler 1 puan, yanlış seçeneği işaretleyen ve o soruyu boş bırakan öğrenciler puan alamadılar.

3.3.3. Maddenin Parçacıklı Yapısı Testi (MPYT)

Bu test Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi (MPYDT) ve Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi'nin (MPYKT) birleştirilmesi ile oluşan 25 soruluk bir testtir.

3.3.4. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT)

Bu test Tobin ve Copie (1981) tarafından, öğrencilerin zihinsel gelişim seviyelerini belirlemek için geliştirilmiştir. Testin Türkçe'ye çevirisi Özkan, Aşkar ve Geban tarafından yapılmıştır. Testin güvenirliği Denizli Anadolu Lisesi'nden seçilen "135" 9. sınıf öğrencisine uygulanarak, Cronbach α güvenirlik katsayısı $\alpha = 0.80$ olarak bulunmuştur. Cronbach α güvenirlik katsayısının 0.70'den yüksek olması testin güvenirliğinin yeterli düzeyde olduğunu gösterir (Büyüköztürk, 2004). Bu testin güvenirliği bu değerden büyük olduğu için test güvenilirirdir. Testte iki basamaklı çoktan seçmeli 8 tane soru ile, cevaplarının yazılması gereken iki tane açık uçlu soru bulunmaktadır. Testin içeriği aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.

Tablo 3.1. MDYT İçeriği

Soru Numarası	İçerik
1-2	Orantısal düşünme
3-4	Değişkenleri kontrol etme
5-6	Olasılığı öne süren düşünme
7-8	İlişkisel düşünme
9-10	Birleşik düşünme

MDYT araştırmaya katılan bütün öğrencilere uygulanmıştır. Testin ilk 8 sorusu iki basamaklı olduğundan, her iki basamağı da doğru cevaplandırılan sorular 1 puanla değerlendirildi. Basamaklardan birinin doğru fakat diğerinin yanlış olması durumunda, cevap yanlış kabul edildi. Son iki soruda olasılıkların tümünün yazılmış olması halinde 1 puanla değerlendirildi. Bu şekilde testten alınabilecek en yüksek puan 10 olarak belirlendi.

Pearson korelasyon analizi sonuçları, 0.01 anlamlılık düzeyinde Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT) ile Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi (MPYDT) ve Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi (MPYKT) arasında anlamlı, pozitif ve orta derecede bir ilişkinin olduğunu göstermiştir ($p = .00 < .01$). Bu

sonuç, Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi ve Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi'nin ölçüt geçerliğinin yeterli olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları, Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi ($\alpha = 0.80$), Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi ($\alpha = 0.79$) ve Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi ($\alpha = 0.79$) için, yeterli bulunan 0.70'in üzerindedir. Bu sonuca göre, bu üç testin tamamı yeterli güvenilirliğe sahiptir ve veri toplamak üzere kullanılabilir.

3.4. Bağımsız Değişkenler

Araştırmanın bağımsız değişkenleri aşağıdaki gibi verilmiştir:

1. **Öğretim seviyesi:** Bu bağımsız değişkenin düzeyleri ilköğretim ve ortaöğretimdir.
2. **Öğretim kademesi:** Bu bağımsız değişkenin düzeyleri ilkokul, ortaokul ve lisedir.
3. **Sınıf:** Üçüncü bağımsız değişken sınıftır. Bu bağımsız değişkenin düzeyleri 4. sınıftan 12. sınıfa kadar bütün sınıfları kapsamaktadır.
4. **Bilişsel gelişim:** Bu bağımsız değişkenin düzeyleri somut ve soyut işlemler dönemlerini kapsamaktadır.
5. **Cinsiyet:** Bu bağımsız değişkenin düzeyleri kız ve erkek öğrencilerdir.

3.5. Uygulama

Maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili hazırlanan Maddenin Parçacıklı Yapısı Testi'nin (MPYT) uygulanması için, öncelikle örneklem rastgele olarak belirlenmiştir. Örneklem nasıl belirlendiği önceki bölümlerde örneklem seçiminde detaylı olarak açıklanmıştır. Örneklem seçimi yapıldıktan sonra, İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izin alınmıştır. İzinler alındıktan sonra örneklemde isimleri belirtilen okullarda asıl uygulama yapılmıştır.

Uygulama 2009-2010 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde, rastgele seçilen Denizli'deki bir ilköğretim ve bir ortaöğretim okulunda yapılmıştır. Örneklemde toplam 485 öğrenci bulunmaktadır. Bu öğrencilerin 278 tanesi ilköğretim, 207 tanesi ise

ortaöğretim öğrencisidir. Uygulamada öğrencilere 20 soruluk Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi (MPYDT) ve 5 soruluk Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testinin (MPYKT) birleşiminden oluşturulan toplam 25 soruluk Maddenin Parçacıklı Yapısı Testi (MPYT)'ni cevaplamaları için bir ders süresi (40 dakika) zaman verilmiştir. Ayrıca Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi'ni cevaplamaları içinde bir ders süresi (40 dakika) zaman verilmiştir. Test öncesinde öğrencilere testi nasıl cevaplamaları gerektiği açıklanmıştır. Öğrencilerin testi cevaplamaları sırasında araştırmacı tüm sınıflarda hazır bulunmuştur. Ayrıca testin uygulanması sırasında her sınıfta o sınıfın ders öğretmeni de bulunmuştur. Öğretmenler testin uygulanmasından önce öğrencilerin testi dikkatli bir şekilde ve bireysel olarak cevaplamaları gerektiğini söylemişler ve gerekli uyarıları yapmışlardır. Aynı zamanda test bitene kadar sınıfta bulunarak gözetmenlik te yapmışlardır. Öğrenciler testi bitirdikten sonra test formları toplanmıştır. Testin asıl uygulaması yapıldıktan sonra öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenmiş ve gerekli analizler yapılmıştır. Değerlendirme sonunda öğrencilerin testte verdikleri cevaplarda, maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının bulunup bulunmadığı belirlenmiştir.

Testler uygulandıktan sonra Merkez İlköğretim Okulu'nun 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıfları arasından rastgele seçilen birer şubesine olmak üzere toplam 166 öğrencide söz konusu problem yeniden ele alınmıştır. Bu öğrenci grubuna, MPYT uygulandıktan hemen sonra, araştırmacı tarafından iki ders saati süresince maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili, bilgisayar animasyonlarının yanı sıra MPYKT'nin ölçtüğü kavramlara yönelik modellemeye dayalı etkinlikler yapılarak, örnek bir ders sunulmuştur. Söz konusu etkinlikler uygulanmadan önce, öğrencilere dersin nasıl işleneceği hakkında bilgi verilmiş, konu işlenirken akıllarına gelen her türlü soruyu çekinmeden sormaları ve kendilerine ilginç gelen durumlarda fikirlerini söylemeleri istenmiştir. Hemen ardından öğrencilere MPYKT'de hangi maddelerle ilgili soruların olduğu sorularak, bu maddeler tekrarlatılmıştır. Daha sonra öğrenciler, bu etkinliklerin uygulandığı her sınıfta oturdukları yerden mümkün olduğunca uzaklaştırılmayacak şekilde yaklaşık beşer kişilik beş gruba ayrılarak, araştırmacı tarafından getirilen kömür, iğne, naftalin, civa, beyaz, siyah, mavi ve sarı renkte boncuklar, mum, deney tüpü ve çekiç gibi maddeler sıranın üzerine konulmuştur. Bu maddeler öğrencilerin oldukça fazla ilgisini çekmiş ve çeşitli sorular sormaya başlamışlardır. Böylece öğrencilerde konuyla ilgili merak uyandırılmıştır.

Öğrencilerden ilk olarak, çevrelerinden madde olarak bildikleri şeyler hakkında birkaç örnek vermeleri istenmiştir. Çoğu hiç zorlanmadan kağıt, kalem, silgi, ağaç vb. örnekleri sıralamışlardır. Daha sonra öğrencilere birinci soruda yer alan kömür maddesi gösterilerek kömürü meydana getiren yapının ne olduğu sorulmuştur. Bir iki kişi buna “atom” yanıtını verirken, diğerlerinin bu soruya kayıtsız kaldığı görülmüştür. Öğrencilere kömürün karbon atomlarından meydana geldiği söylenerek soruda kendilerinden istenen şeyin ne olduğu sorulduğunda birkaç öğrenci “kömüre çekiçe vurulduğunda ne olur?” şeklinde soruyu ifade etmişlerdir. Öğrencilere soruyu yanlış anladıkları söylenmiş ve sorunun “kömüre çekiçe vurulduğunda içerisindeki bir tane karbon atomunun son durumu ne olur?” şeklinde olduğu yinelenmiştir. Bu durum öğrencilerin soruları tam olarak okumadan, kendilerinden ne istendiğini tam olarak anlamadan cevaplandıklarını göstermektedir. Daha sonra kömüre çekiçe vurulmuş ve öğrencilere ne gözlemledikleri sorulduğunda “kömürün parçalandığını” söylemişlerdir.

Onlardan, hayal güçlerini zorlamaları ve bir kömür taneciğini çok defa parçalamaları istendiğinde birçoğu, kömürü toz haline getirebileceklerini ancak daha fazlasını yapamayacaklarını, çünkü göremeyeceklerini ifade etmişlerdir. Onlara toz parçalarını bölmeye devam edip ne görmeyi bekledikleri sorulduğunda bir kısmı “atom” derken bir kısmının da bu konu hakkında hiçbir fikrinin olmadığı ve şüpheli bir tavır sergiledikleri görülmüştür.

Daha sonra kömür gibi katı bir maddedeki karbon atomlarını ifade etmesi açısından, siyah boncuklar bir tabağa konulmuş ve öğrencilere, boncuklara çekiçe vurulduğunda ne gözlemledikleri sorulduğunda çoğu, boncukların yerlerinin değiştiğini söylemiştir. “Kömür içerisindeki bir tane karbon atomuna bir şey oldu mu?” diye sorulduğunda ise çoğu öğrenci, karbon atomunu ifade eden boncuğa bir şey olmadığını sadece yerinin değiştiğini ifade edebilmiştir.

Benzer şekilde öğrencilere testte yer alan ikinci soru “demirden yapılmış bir iğnede çok sayıda demir atomunun olduğu, toplu iğneye çekiçe vurulduğunda içerisindeki bir tane demir atomunun son durumunun verilen şekillerden hangisi olacağı?” tekrarlanmış ve iğneye çekiçe vurulmuştur. Öğrencilere “iğneye çekiçe vurduk, iğneyi meydana getiren bir tane demir atomunun son durumu ne olabilir?” diye

sorulduğunda birçoğu hiç düşünmeden “ezilir” yanıtını verirken, birçoğu da “iğnedeki demir atomuna hiçbir şey olmayacağı” cevabını vermiştir. Öğrencilerin iğne içindeki bir tane demir atomunun ezileceği cevabını vermelerinin sebebi onların, maddenin makroskopik boyutunda gerçekleşen olayları, mikroskopik boyuta da genellemelerinden ve maddeyi bütünsel yapısıyla algılamalarından kaynaklanmaktadır. Daha sonra öğrencilerden elimizdeki mavi boncukları iğnedeki demir atomları olarak düşünmeleri istenmiş, katı içinde sıkı sıkıya bağlı tanecikleri ifade etmesi açısından boncuklar bir tabağa konularak, bunlara çekiçe vurmaları söylenmiştir. Gruptaki öğrencilerin hemen hepsine bu olay tekrarlatılmış ve demir atomunu temsil eden boncuğun son durumunun ne olduğu sorulduğunda hepsi boncuğun yerinin değiştiğini, fakat boncuğa bir şey olmadığını ifade edebilmiştir.

Üçüncü soruda öğrencilere, “katı naftalin tüp içerisine konulup, mum alevinde eritilerek sıvılaştırıldığında, içindeki bir tane naftalin molekülünün son durumunun ne olacağı?” sorulmuştur. Naftalin, araştırmacı tarafından öğrencilere gösterilerek “bu maddenin adı nedir, nerelerde kullanılır?” şeklinde bir soru sorulmuş, çoğu bu maddenin naftalin olduğunu ve annelerinin bunu yünlü giysilerin ve halıların içine koyduğunu söylemişlerdir. Bazı öğrencilerin özellikle 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin ise naftalin kelimesini ilk defa duydukları görülmüştür. Naftalinin güveleri uzaklaştırdığı için, yünlü giysileri ve halıları koruma amacı ile kullanıldığı öğrencilere anlatılmıştır. Öğrencilerden soruyu tekrarlayarak cevaplandırmaları istendiğinde bir kısmı soruya “naftalin eridiğinde içindeki bir tane naftalin molekülüne hiçbir şey olmaz sadece molekülün yeri değişir” şeklinde cevap verirken, büyük bir kısmı ise ısrarla “naftalin molekülünün eriyeceğini” söylemişlerdir.

Öğrencilere sıvılaştıran maddede moleküllerin nasıl görüneceği sorulduğunda, çoğu bu konuda bir fikrinin olmadığını söylerken, bir kısmı da eriyen maddenin, bulunduğu kabın şeklini alacağı dolayısıyla moleküllerin de kabın şeklini alacağını söyledikleri görülmüştür. Öğrencilerin katıların nasıl sıvılaştığını anlayabilmesi için, enerji kavramını bilmeleri gerekmektedir. Onlara enerjinin ne olduğu, ne işe yaradığı sorulduğunda çoğu “işlerimizi, hareketlerimizi yapmamız için gerekli olan şey” olarak enerjiyi tarif etmişlerdir. Daha sonra öğrencilere çeşitli örnekler verilerek, enerjinin hareketle bağlantısı açıklanmış ve enerji türlerinden bahsedilmiştir. Onlara, maddeyi oluşturan taneciklerin bir enerjisinin olduğu, katıyı oluşturan taneciklerde bu enerjinin

çok az olmasından dolayı taneciklerin bulundukları yerde titreştikleri, katı maddeler ısı enerjisi alarak sıvılaştırdıklarında enerji artışından dolayı, taneciklerin hareketlendiği ve birbirlerine temas ederek, birbirleri arasından kayarak hareket ettikleri, gaz taneciklerinin enerjilerinin katı ve sıvıya göre daha fazla olmasından dolayı birbirlerinden uzakta ve bağımsız hareket ettikleri çeşitli örnekler verilerek anlatılmıştır.

Daha sonra öğrencilere katı, sıvı ve gaz taneciklerinin karşılaştırması yapılarak; gaz moleküllerinin yüksek enerjili olmasından dolayı çok hareketli olduğu, sıvı moleküllerinin daha az enerjili olmasından dolayı az hareketli olduğu, katı moleküllerinin ise gaz ve sıvıya göre çok daha az enerjili olmasından dolayı bulundukları yerde titreşim yaptıkları vurgulanmıştır. Bu vurgulama yapıldıktan sonra, üçüncü soruda katı naftalinin sıvılaşması esnasında naftalin molekülleri arasındaki boşluğun bir miktar artacağı, moleküllerin şeklinde ve yapısında hiçbir değişiklik olmayacağı öğrencilere anlatılarak ve boncuklar arasındaki mesafe arttırılarak, onların da bu olayı tekrar etmeleri sağlanmıştır.

Bu olaylar açıklandıktan sonra, öğrencilere dördüncü sorudaki “havanın oksijen ve azot gazlarının bir karışımı olduğu, havada hızla giden bir uçağın havadaki bir tane azot molekülüne diğer moleküllerle birlikte çarpıtığında ne olacağı?” sorulduğunda, öğrencilerin hemen hepsi “azot molekülüne hiçbir şey olmaz, sadece havadaki yeri değişir” diyebilmişlerdir. Yine aynı olay mavi ve sarı renkli boncuklarla canlandırılarak, mavi boncuklar azot molekülünü, sarı boncuklar oksijen molekülünü temsil edecek şekilde ve gazları temsil etmelerinden ötürü boncuklar birbirlerinden uzak olacak şekilde yerleştirilmiş, uçak olarak hayal edilmesi istenen bir cisim, temsili azot molekülüne çaptırılarak öğrencilere moleküle bir şey olmadığı sadece bulunduğu yerin değiştiği gösterilmiştir.

Beşinci soru için öğrencilere ne yaptıkları sorulduğunda bu sorunun onlara çok karışık geldiğini söylemişlerdir. Öğrencilere sorunun kendilerinden ne istediği açıklanarak, civanın -39°C 'de katı, 25°C 'de oda sıcaklığında sıvı, 357°C 'de gaz halinde olduğu söylenmiştir. Araştırmacı tarafından getirilen civanın oda sıcaklığında olduğu için sıvı olduğu söylenerek, öğrencilere civanın nerelerde kullanıldığı sorulmuştur. Çoğu “termometre” cevabını hemen verebilmiştir. Öğrencilere katı civanın önce eritilerek sıvılaştırıldığını, sonra daha fazla ısıtılarak gaz haline getirildiği söylenerek,

katı civa içindeki bir tane civa atomunun, sıvı ve gaz civa içindeki son durumunun ne olduğu sorulduğunda, çoğu daha önceden öğrendiği bilgiler ışığında “civa atomuna hiçbir şey olmaz” cevabını verebilmiştir. Olay araştırmacı tarafından canlandırılarak katı civa içindeki bir tane civa atomunun sıvı ve gaz civa içindeki hali gösterilerek atomların sadece bulundukları yerlerin değiştiği, atomlara hiçbir şey olmadığı tekrarlanmıştır.

Öğrencilere modellemeye dayalı etkinlikler uygulandıktan sonra öğrenciler, soruların cevaplarının hangi şık, hangi şekil olduğunu sormuşlardır, fakat onlara soruların cevapları verilmemiş, öğrendikleri bilgiler ışığında cevapları kendilerinin bulmaları istenmiştir. Onbeş gün sonra aynı öğrenci gruplarına aynı test tekrar uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında çoğu öğrencinin bu kavramları iyi anladıkları tespit edilmiştir.

Testte kullanılan soru durumlarına uygun modeller kullanılarak çeşitli aktivitelerin yapılması ve bu aktivitelere bizzat öğrencilerin kendilerinin de katılması hem daha eğlenceli olmuş hem de yazı tahtasına iki boyutlu olarak çizilerek anlatılan ve öğrencilerin yapısını, özelliklerini tam olarak öğrenemedikleri madde ve maddenin parçacıklı yapısını oluşturan atom ve molekül kavramlarının, daha iyi öğrenilmesini ve bu konudaki kavram yanlışlarının giderilmesini sağlamıştır.

Bir ders saati süresince araştırmacı tarafından ayrıntıları ile anlatılan modele dayalı etkinlikler yapılmış, ikinci ders saatinde ise üç boyutlu bilgisayar animasyonlarının kullanıldığı ders anlatımı yapılmıştır. Maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili animasyonlar, meb vitamin internet adresinden yararlanılarak elde edilmiş, ayrıca internet ortamından farklı animasyonlar da kullanılmıştır. Atom ve moleküllerin üç boyutlu gösterimi, ders kitabındaki gösterimlerden daha çok ilgi çekmiş, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili duyu organları ile algılanamayan kavramları anlamalarını kolaylaştırmıştır.

3.6. Verilerin Analizi

Çalışmada SPSS 11.5 yazılımı kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde ilişkisiz (bağımsız) örneklem t testi, ilişkili örneklem t testi, tek faktörlü varyans analizi ve basit korelasyon kullanılmıştır. Araştırmadaki tüm istatistiksel analizler 0.05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

Tarama grubunu oluşturan 485 öğrenciye uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT testlerinin analizinde bağımsız örneklem t- testi, tek faktörlü varyans analizi ve basit korelasyon kullanılmıştır. 166 öğrenciden oluşan deney grubunda modele dayalı etkinliklerin, kavram yanlışlarının iyileştirilmesine olan etkisi ise, ilişkili örneklem t- testi ile belirlenmiştir. Ayrıca deney grubundan seçilen on öğrenci ile görüşmeler yapılarak, öğrencilerin parçacıklı yapı ile ilgili kavram yanlışları, ayrıntılı bir şekilde irdelenmiştir.

Uygulanan testler sonucunda öğrencilerde kavram yanlışlarının bulunup bulunmadığı, bulunan kavram yanlışlarının öğrencilerin öğretim seviyeleri, öğretim kademeleri, sınıfları, bilişsel gelişim dönemleri ve cinsiyetleri açısından, farklılık gösterip göstermediği belirlenmiştir. Araştırmada ayrıca deney grubunda uygulanan modele dayalı etkinliklerin, kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olup olmadığı da tespit edilmiştir. Aşağıda bağımsız örneklem t- testi, ilişkili örneklem t testi, tek faktörlü varyans analizi, basit korelasyon ve görüşme yöntemi ile ilgili bilgiler verilmiştir.

3.6.1. İlişkisiz (Bağımsız) Örneklem t- Testi

İlişkisiz (bağımsız) örneklem t- testi, iki ilişkisiz örneklem ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını test etmek için kullanılır. İlişkisiz örneklem t- testinin varsayımları şunlardır:

1. Bağımlı değişkene ait ölçümler ya da puanlar, aralık ya da oran ölçeğindedir ve karşılaştırılan iki grup ortalaması aynı değişkene aittir.
2. Bağımlı değişkene ait ölçümlerin dağılımı her iki grupta da normaldir.
3. Ortalama puanları karşılaştırılan örneklemler ilişkisizdir (Büyüköztürk, 2004).

3.6.2. İlişkisiz Örneklem İçin Tek Faktörlü Varyans Analizi (One Way Anova)

Tek faktörlü (yönlü) varyans analizi, ilişkisiz iki ya da daha çok örneklem ortalaması arasındaki farkın sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığını test etmek üzere uygulanır. Anova'nın uygulamaya ilişkin başlıca varsayımları şunlardır:

1. Bağımlı değişkene ait puanlar en az aralık ölçeğindedir.
2. Puanlar bağımlı değişkende etkisi araştırılan faktörün her bir düzeyinde normal dağılım gösterir.
3. Ortalama puanları karşılaştırılacak örneklem ilişkisizdir.
4. Bağımlı değişkene ilişkin varyanslar her bir örneklem için eşittir.

İlişkisiz üç ya da daha çok örneklem ortalaması arasındaki farkın anlamlılığını test etmek amacıyla yapılan ANOVA'da "grupların ait oldukları evren ortalamaları arasında fark olmadığına" ilişkin **null hipotezi (H_0)** reddedilmişse, yani grupların evren ortalamaları için en az iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmuşsa, bu farkın ya da farkların hangi gruplar arasında olduğunun bulunması, analiz sonuçlarının yorumuna güç katmaktadır. Bu amaçla grupların ortalama puanları için bir çoklu karşılaştırma testinin (post-hoc test) kullanılması gerekir.

Grup varyanslarının eşit olduğu durumlarda, ortalama puanlarının çoklu karşılaştırmasında sıklıkla kullanılan testler arasında Scheffe, Tukey HSD (A), Tukey WSD (B), Bonferroni ve Fischer'in LSD testi sayılabilir (Büyüköztürk, 2004). Araştırmada ortalama puanlarının çoklu karşılaştırmasında, varyanslar eşit olmadığı için Tamhane testi kullanılmıştır.

3.6.3. İlişkili Örneklem İçin t-Testi (Paired Samples t-Test)

İlişkili örneklem için t-testi, ilişkili iki örneklem ortalaması arasındaki farkın, sıfırdan (birbirinden) anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığını test etmek için kullanılır. İlişkili örneklem için t-testinin uygulanabilmesi şu koşulların ya da varsayımların karşılanmasına bağlıdır: a) Bağımlı değişkene ait puanlar (ölçümler) en az aralık ölçeğindedir, b) ilişkili iki ölçüm setine ait fark puanları normal bir dağılım gösterir (Büyüköztürk, 2004: 63)

Aynı deneklerin bir deneysel işlem öncesi ve sonrasında bağımlı değişkene ilişkin ölçümleri alındığında, deneklerin zamana bağlı tekrarlı ölçümleri söz konusudur ve elde edilen bu ölçümler ilişkilidir. Araştırmamda da deney grubunu oluşturan öğrencilere modele dayalı etkinlikler uygulanarak, etkinliklerin kavram yanılgılarının iyileştirilmesine olan etkisi belirlenmiştir.

3.6.4. Basit Korelasyon: Pearson Korelasyon Katsayısı

Korelasyon katsayısı, iki değişken arasındaki ilişkinin miktarını bulup yorumlamak amacıyla kullanılır. Pearson korelasyon katsayısı, iki değişkenin de sürekli olmasını ve değişkenlerin birlikte (ikili olarak) normal dağılım göstermesini gerektirmektedir. Korelasyon katsayısının 1.00 olması, mükemmel pozitif bir ilişkiyi; -1.00 olması mükemmel negatif bir ilişkiyi; 0.00 olması ilişkinin olmadığını gösterir. Korelasyon katsayısının büyüklük bakımından yorumlanmasında, üzerinde tam olarak ortaklaşılan aralıklar bulunmamakla birlikte, korelasyonu yorumlamada şu sınırların sıklıkla kullanılabileceği not edilmelidir. Korelasyon katsayısının mutlak değer olarak, 0.70 - 1.00 arasında olması yüksek; 0.70 - 0.30 arasında olması, orta; 0.30 - 0.00 arasında olması ise düşük düzeyde bir ilişki olarak tanımlanabilir. İki değişken arasında pozitif bir ilişkinin olması, deneklerin X değişkenine ait değerlerin artması durumunda Y değişkenine ait değerlerin de artma eğiliminde olduğunu, ya da X değerlerinin düşmesi durumunda Y değerlerinin de düşme eğiliminde olduğunu gösterir (Büyüköztürk, 2004: 32).

3.6.5. Görüşme

Görüşme (interwiev, mülakat), sözlü iletişim yoluyla veri toplama (soruşturma) tekniğidir. Görüşme çoğunlukla yüz yüze yapılmakta ise de, telefon ve televizyonlu telefon gibi anında ses ve resim iletilicileriyle de olabilir. Genel olarak görüşmenin üç temel amacı vardır. Bunlar:

1. İşbirliği sağlamak ya da sürdürmek
2. Sağaltım (tedavi ile kendine güveni artırmak)
3. Araştırma verisi toplamaktır (Karasar, 2005: 166).

Görüşmeye katılanların sayısına göre görüşmeler: bireysel ve grupça olmak üzere, iki sınıfta incelenebilir. Bireysel görüşmede, görüşmeci ile kaynak kişi dışında kimse bulunmaz. Grupça görüşmede ise çok sayıda kaynak kişi konuyu birlikte görüşüp tartışır. Çoğu görüşmeler bireysel niteliktedir. Kişiyi özel bilgiler, ancak bireysel görüşmelerde elde edilebilir.

Görüşmede söylenenlerin, yüzeysel anlamları yanında “gerçek” ve “derinliğine anlamları da” çıkartılabilir. Yapmacık cevapların ayıklanabilme ve gerçeklerin ortaya çıkartılabilme olasılığı yüksektir. Araştırmacı, karşılaştığı her karanlık noktayı, anında soracağı sorularla aydınlatma olanağına sahiptir. Görüşmede ses tonu, mimikler ve soruları cevaplamada gösterilen istek, söylenenlerin değerlendirilmesinde önemli ipuçları niteliğindedir (Karasar, 2005).

Araştırmamda deney grubundan rastgele seçilen on öğrenci ile bireysel görüşmeler yapılarak, öğrencilerin modele dayalı etkinliklerden önce ve sonra maddenin parçacıklı yapısına yönelik kavramalarında nasıl bir değişim olduğu belirlenmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde tarama ve deney grubuna uygulanan testlerin istatistiksel değerlendirilmesine yer verilmiştir. Ayrıca araştırmanın **alt problemlerinin** ve **null hipotezlerinin** test edilmesi sonucu ulaşılan bulgular ile bunların yorumlarına yer verilmiştir.

4.1. Tarama Çalışması ile İlgili Bulgular ve Yorumlar

İlköğretim dört, beş, altı, yedi ve sekizinci sınıf öğrencileri ile ortaöğretim dokuz, on, onbir ve onikinci sınıf öğrencilerinde maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili bulunan kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amacı ile, tarama grubunu oluşturan 278 ilköğretim ve 207 ortaöğretim öğrencisi olmak üzere, toplam 485 öğrenciye uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT testlerine ilişkin ilişkisiz örneklem t- testi, ANOVA ve ikili korelasyon sonuçları bu bölümde ele alınmıştır.

Öğrencilerin testlerden elde ettikleri puanlar 100 üzerinden değerlendirilerek aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

- 0- 44 puan: düşük
- 45-69 puan: orta
- 70-100 puan: yüksek

4.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Birinci alt problemin ifadesi aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin bulundukları öğretim seviyesine bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmekte midir?

Bu soruya cevap bulabilmek için aşağıda ifadesi verilen **null hipotezi 1** ilişkisiz örneklem t testi ile test edilmiştir.

Null hipotezi 1: H_0 : Öğrencilerin bulundukları öğretim seviyesine bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmemektedir.

Tarama grubunu oluşturan 278'i ilköğretim ve 207'si ortaöğretim olmak üzere toplam 485 öğrencinin MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT testlerinden aldıkları puanları karşılaştırmak amacıyla yapılan, ilişkisiz örneklem t testi sonuçları Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1. *Tarama Grubuna Uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerinin Puan Ortalamalarının Öğretim Seviyesine Göre t-Testi ile Karşılaştırılması*

Testler	Öğretim Seviyesi	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
MPYDT	İlköğretim	278	7.37	3.01	483	22.91	.00
	Ortaöğretim	207	14.59	3.94			
MPYKT	İlköğretim	278	0.69	0.97	483	19.77	.00
	Ortaöğretim	207	3.17	1.76			
MPYT	İlköğretim	278	8.06	3.37	483	25.52	.00
	Ortaöğretim	207	17.76	5.00			
MDYT	İlköğretim	278	1.67	2.06	483	23.59	.00
	Ortaöğretim	207	6.96	2.88			

Tablo 4.1'de görüldüğü gibi, öğrencilerin MPYDT başarıları bulundukları öğretim seviyesine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir [$t_{(483)} = 22.91$, $p < .05$]. Ortaöğretim öğrencilerinin başarıları ($\bar{X} = 14.59$), ilköğretim öğrencilerine ($\bar{X} = 7.37$) göre daha yüksektir. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi'nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırsak,

ilköğretim öğrencilerinin 36.83 (düşük) puan, ortaöğretim öğrencilerinin 72.97 (yüksek) puan aldıkları görülür. Öğrencilerin MPYDT'den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 52.26 (orta) puandır. İlköğretim öğrencileri genel başarı ortalamasının altında kalırken, ortaöğretim öğrencileri genel başarı ortalamasının üzerinde bir başarı elde etmişlerdir.

Öğrencilerin MPYKT başarıları bulundukları öğretim seviyesine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir [$t_{(483)} = 19.77$, $p < .05$]. Ortaöğretim öğrencilerinin başarıları ($\bar{X} = 3.17$), ilköğretim öğrencilerine ($\bar{X} = 0.69$) göre daha yüksektir. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi'nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırsak, ilköğretim öğrencilerinin 13.81 (düşük) puan, ortaöğretim öğrencilerinin 63.38 (orta) puan aldıkları görülür. Öğrencilerin MPYKT'den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 34.97 (düşük) puandır. İlköğretim öğrencileri genel başarı ortalamasının altında kalırken, ortaöğretim öğrencileri genel başarı ortalamasının üzerinde bir başarı elde etmişlerdir.

Öğrencilerin MPYT başarıları, bulundukları öğretim seviyesine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir [$t_{(483)} = 25.52$, $p < .05$]. Ortaöğretim öğrencilerinin başarıları ($\bar{X} = 17.76$), ilköğretim öğrencilerine ($\bar{X} = 8.06$) göre daha yüksektir. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısı Testi'nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırsak, ilköğretim öğrencilerinin 32.23 (düşük) puan, ortaöğretim öğrencilerinin 71.05 (yüksek) puan aldıkları görülür. Öğrencilerin MPYT'den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 48.80 (orta) puandır. İlköğretim öğrencileri genel başarı ortalamasının altında kalırken, ortaöğretim öğrencileri genel başarı ortalamasının üzerinde bir başarı elde etmişlerdir.

Öğrencilerin MDYT başarıları bulundukları öğretim seviyesine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir [$t_{(483)} = 23.59$, $p < .05$]. Ortaöğretim öğrencilerinin başarıları ($\bar{X} = 6.96$), ilköğretim öğrencilerine ($\bar{X} = 1.67$) göre daha yüksektir. Öğrencilerin Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi'nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırsak, ilköğretim öğrencilerinin 16.69 (düşük) puan, ortaöğretim öğrencilerinin 69.57 (yüksek) puan aldıkları görülür. Öğrencilerin MDYT'den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 39.26 (düşük) puandır. İlköğretim öğrencileri genel

başarı ortalamasının altında kalırken, ortaöğretim öğrencileri genel başarı ortalamasının üzerinde bir başarı elde etmişlerdir.

Tablo 4.1'den elde edilen hipotez testi sonuçları göz önünde bulundurularak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT testleri ile ilgili **Null hipotezi 1** reddedilmiştir.

Birinci alt probleme ilişkin bulgulara göre, hem ilköğretim hem de ortaöğretim seviyesindeki öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının bulunduğu söylenebilir. Kavram yanlışlarının bulunma oranı, ilköğretim öğrencilerinde ortaöğretim öğrencilerine göre daha fazladır. Bunun nedeni öğrencilerin okulda aldıkları kimya eğitiminin, bulundukları öğretim seviyesine göre farklılık göstermesidir.

4.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar

İkinci alt problemin ifadesi aşağıdaki gibidir:

MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları öğrencilerin bulundukları öğretim kademesine göre farklılık göstermekte midir?

Bu soruya cevap bulabilmek için aşağıda ifadesi verilen **null hipotezi 2** ANOVA testi ile test edilmiştir.

Null hipotezi 2: H_0 : MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları, öğrencilerin bulundukları öğretim kademesine göre farklılık göstermemektedir.

Tarama grubuna uygulanan ANOVA sonuçları aşağıda Tablo 4.2'de sunulmuştur. İlköğretim 4 ve 5. sınıflar 1. kademe, İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıflar 2. kademe, Ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12. sınıflar 3. kademe olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4.2. *Tarama Grubuna Uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerinin Puan Ortalamalarının Kademelere Göre Tek Faktörlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması*

Testler	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
MPYDT	Gruplararası	6315.41	2	3157.71	272.53	.00
	Gruplariçi	5584.70	482	11.59		
	Toplam	11900.11	484			
MPYKT	Gruplararası	734.46	2	367.23	197.80	.00
	Gruplariçi	894.85	482	1.86		
	Toplam	1629.31	484			
MPYT	Gruplararası	11352.02	2	5676.01	337.03	.00
	Gruplariçi	8117.58	482	16.84		
	Toplam	19469.60	484			
MDYT	Gruplararası	3446.00	2	1723.00	301.85	.00
	Gruplariçi	2751.33	482	5.71		
	Toplam	6197.33	484			

Tablo 4.2’de görüldüğü gibi analiz sonuçları, öğrencilerin MPYDT’den aldıkları puanların ortalaması arasında, bulundukları öğretim kademesi bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [$F(2-482) = 272.53, p < .05$]. Kademeler arasındaki farkın hangi kademeler arasında olduğunu bulmak için yapılan thamnane testinin sonuçlarına göre, birinci kademe ile iki ve üçüncü kademe öğrencilerinin puanları arasında ve ikinci kademe ile üçüncü kademe öğrencilerinin puanları arasında fark olduğu belirlenmiştir. MPYDT’den alınan puanların ortalamasını kademelere göre 100 puan üzerinden karşılaştırdığımızda, birinci kademe öğrencilerinin 32.69 (düşük) puan, ikinci kademe öğrencilerinin 39.39 (düşük) puan, üçüncü kademe öğrencilerinin ise 72.97 (yüksek) puan aldıkları görülmektedir. Bütün öğrencilerin puanlarının ortalaması ise 52.26 (orta) puandır. Birinci ve ikinci kademe öğrencilerinin genel ortalamanın altında kaldıkları, üçüncü kademe öğrencilerinin ortalamanın üzerinde başarı gösterdikleri belirlenmiştir.

Tablo 4.2’de görüldüğü gibi analiz sonuçları, öğrencilerin MPYKT’den aldıkları puanların ortalaması arasında bulundukları öğretim kademesi bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [$F(2-482) = 197.80, p < .05$]. Kademeler arasındaki farkın hangi kademeler arasında olduğunu bulmak için yapılan thamnane testinin sonuçlarına göre, birinci kademe ile ikinci ve üçüncü kademe öğrencilerinin ortalama puanları

arasında ve ikinci kademe ile üçüncü kademe öğrencilerinin puanları arasında fark olduğu belirlenmiştir.

MPYKT'den alınan puanların ortalamasını kademelere göre 100 puan üzerinden karşılaştırdığımızda, birinci kademe öğrencilerinin 10.19 (düşük) puan, ikinci kademe öğrencilerinin 16.05 (düşük) puan, üçüncü kademe öğrencilerinin ise 63.38 (orta) puan aldıkları görülmektedir. Tüm öğrencilerin başarı ortalaması ise 34.97 (düşük) puandır. Birinci ve ikinci kademe öğrencilerinin genel ortalamanın altında kaldıkları, üçüncü kademe öğrencilerinin ortalamanın üzerinde başarı gösterdikleri belirlenmiştir.

Tablo 4.2'de görüldüğü gibi analiz sonuçları, öğrencilerin MPYT'den aldıkları puanların ortalaması arasında bulundukları öğretim kademesi bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [$F(2-482) = 337.03, p < .05$]. Kademeler arasındaki farkın hangi kademeler arasında olduğunu bulmak için yapılan thamhane testinin sonuçlarına göre, birinci kademe ile iki ve üçüncü kademe öğrencilerinin puanları arasında ve ikinci kademe ile üçüncü kademe öğrencilerinin puanları arasında fark olduğu belirlenmiştir.

MPYT'den alınan puanların ortalamasını kademelere göre 100 puan üzerinden karşılaştırdığımızda, birinci kademe öğrencilerinin 28.19 (düşük) puan, ikinci kademe öğrencilerinin 34.72 (düşük) puan, üçüncü kademe öğrencilerinin ise 71.05 (yüksek) puan aldıkları görülmektedir. Bütün öğrencilerin puanlarının ortalaması ise 48.80 (orta) puandır. Birinci ve ikinci kademe öğrencilerinin genel ortalamanın altında kaldıkları, üçüncü kademe öğrencilerinin ortalamanın üzerinde başarı gösterdikleri belirlenmiştir.

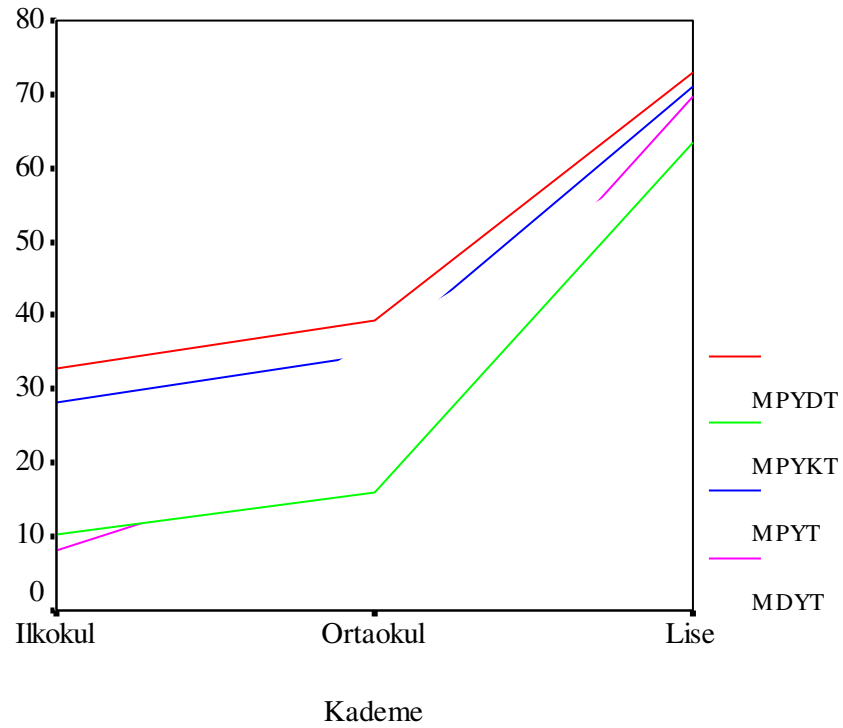
Tablo 4.2'de görüldüğü gibi analiz sonuçları, öğrencilerin MDYT'den aldıkları puanların ortalaması arasında bulundukları öğretim kademesi bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [$F(2-482) = 301.85, p < .05$]. Kademeler arasındaki farkın hangi kademeler arasında olduğunu bulmak için yapılan thamhane testinin sonuçlarına göre, birinci kademe ile iki ve üçüncü kademe öğrencilerinin puanları arasında ve ikinci kademe ile üçüncü kademe öğrencilerinin puanları arasında fark olduğu belirlenmiştir.

MDYT'den alınan puanların ortalamasını kademelere göre 100 puan üzerinden karşılaştırdığımızda, birinci kademe öğrencilerinin 8.02 (düşük) puan, ikinci kademe öğrencilerinin 22.03 (düşük) puan, üçüncü kademe öğrencilerinin ise 69.57 (yüksek)

puan aldıkları görülmektedir. Bütün öğrencilerin puanlarının ortalaması ise 39.26 (düşük) puandır. Birinci ve ikinci kademe öğrencilerinin genel ortalamasının altında kaldıkları, üçüncü kademe öğrencilerinin ortalamasının üzerinde başarı gösterdikleri belirlenmiştir.

Tablo 4.2’den elde edilen hipotez testi sonuçlarına göre MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT testleri ile ilgili **null hipotezi 2** reddedilmiştir.

Kademelerin ortalamaları Şekil 4.1’de grafik ile de karşılaştırılmıştır. Görüldüğü gibi, bütün testlerde kademe arttıkça, ortalama da artmaktadır.



Şekil 4.1. Kademelerin ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması

4.1.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Üçüncü alt problemin ifadesi aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin bulundukları sınıfa bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmekte midir?

Bu soruya cevap bulabilmek için aşağıda ifadesi verilen **null hipotezi 3** ANOVA testi ile test edilmiştir.

Null hipotezi 3: H_0 : Öğrencilerin bulundukları sınıfa bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmemektedir.

Tarama grubuna uygulanan ANOVA sonuçları aşağıda Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. *Tarama Grubuna Uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerinin Puan Ortalamalarının Sınıflara Göre Tek Faktörlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması*

Testler	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
MPYDT	Gruplararası	6682.28	8	835.29	76.20	.00
	Gruplariçi	5217.83	476	10.96		
	Toplam	11900.11	484			
MPYKT	Gruplararası	761.63	8	95.20	52.23	.00
	Gruplariçi	867.68	476	1.82		
	Toplam	1629.31	484			
MPYT	Gruplararası	11774.62	8	1471.83	91.05	.00
	Gruplariçi	7694.98	476	16.17		
	Toplam	19469.60	484			
MDYT	Gruplararası	3777.23	8	472.15	92.87	.00
	Gruplariçi	2420.09	476	5.08		
	Toplam	6197.33	484			

Tablo 4.3'te görüldüğü gibi analiz sonuçları, öğrencilerin MPYDT'den aldıkları puanların ortalaması arasında, bulundukları sınıf bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [$F(8-476) = 76.20$, $p < .05$]. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi'nden aldıkları puanları sınıflarına göre 100 puan üzerinden

karşılaştırdığımızda, 4. sınıf öğrencilerinin 26.54 (düşük) puan, 5. sınıf öğrencilerinin 38.61 (düşük) puan, 6. sınıf öğrencilerinin 34.13 (düşük) puan, 7. sınıf öğrencilerinin 39.52 (düşük) puan, 8. sınıf öğrencilerinin 44.05 (düşük) puan, 9. sınıf öğrencilerinin 72.80 (yüksek) puan, 10. sınıf öğrencilerinin 67.77 (orta) puan, 11. sınıf öğrencilerinin 73.46 (yüksek) puan ve 12. sınıf öğrencilerinin 77.65 (yüksek) puan aldıkları görülmektedir. MPYDT'den tüm sınıfların elde ettikleri ortalama başarı puanı ise 52.26 (orta) puandır. 9, 10, 11 ve 12. sınıfların genel başarı ortalamasının üzerinde başarı gösterdikleri, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıfların ise genel başarı ortalamasının altında kaldıkları görülmektedir. Ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu çiftler, Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. *MPYDT, MPYKT, MPYT, MDYT Başarısındaki Farkın Kaynağına İlişkin Thamhane Testi Sonuçları*

(Sınıf)	MPYDT	MPYKT	MPYT	MDYT
4	5, 7, 8, 9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12	5, 7, 8, 9, 10, 11, 12	7, 8, 9, 10, 11, 12
5	9, 10, 11, 12	8, 9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12	8, 9, 10, 11, 12
6	8, 9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12	8, 9, 10, 11, 12	8, 9, 10, 11, 12
7	9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12
8	9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12
9				11, 12

Tablo 4.4'te görüldüğü gibi öğrencilerin MPYDT'den elde ettikleri başarı açısından 4. sınıf ile 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 5. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 6. sınıf ile 8, 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 7. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 8. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.3'te görüldüğü gibi analiz sonuçları, öğrencilerin MPYKT'den aldıkları puanların ortalaması arasında bulundukları sınıf bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [$F(8-476) = 52.23$, $p < .05$]. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi'nden aldıkları puanları sınıflarına göre 100 puan üzerinden karşılaştırdığımızda, 4. sınıf öğrencilerinin 11.54 (düşük) puan, 5. sınıf öğrencilerinin 8.89 (düşük) puan, 6. sınıf öğrencilerinin 13.68 (düşük) puan, 7. sınıf öğrencilerinin

11.15 (düşük) puan, 8. sınıf öğrencilerinin 22.22 (düşük) puan, 9. sınıf öğrencilerinin 54.58 (orta) puan, 10. sınıf öğrencilerinin 68.51 (orta) puan, 11. sınıf öğrencilerinin 65.00 (orta) puan ve 12. sınıf öğrencilerinin 67.35 (orta) puan aldıkları görülmektedir. MPYKT'den tüm sınıfların elde ettikleri ortalama başarı puanı ise, 34.97 (düşük) puandır. 9, 10, 11 ve 12. sınıfların genel başarı ortalamasının üzerinde başarı gösterdikleri, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıfların ise genel başarı ortalamasının altında kaldıkları görülmektedir.

MPYKT başarısındaki farkın hangi sınıflar arasında olduğunu bulmak için, varyansların homojen olmadığı göz önünde bulundurularak yapılan thamnane testinin sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir. Tablo 4.4'teki sonuçlara göre, 4. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 5. sınıf ile 8, 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 6 ve 7. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 8. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.3'te görüldüğü gibi analiz sonuçları, öğrencilerin MPYT'den aldıkları puanların ortalaması arasında bulundukları sınıf bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [$F(8-476) = 91.05$, $p < .05$]. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısı Testi'nden aldıkları puanları sınıflarına göre 100 puan üzerinden karşılaştırdığımızda, 4. sınıf öğrencilerinin 23.54 (düşük) puan, 5. sınıf öğrencilerinin 32.67 (düşük) puan, 6. sınıf öğrencilerinin 30.04 (düşük) puan, 7. sınıf öğrencilerinin 33.85 (düşük) puan, 8. sınıf öğrencilerinin 39.68 (düşük) puan, 9. sınıf öğrencilerinin 69.15 (orta) puan, 10. sınıf öğrencilerinin 67.91 (orta) puan, 11. sınıf öğrencilerinin 71.77 (yüksek) puan ve 12. sınıf öğrencilerinin 75.59 (yüksek) puan aldıkları görülmektedir. MPYT'den tüm sınıfların elde ettikleri ortalama başarı puanı ise 48.80 (orta) puandır. 9, 10, 11 ve 12. sınıfların genel başarı ortalamasının üzerinde başarı gösterdikleri, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıfların ise genel başarı ortalamasının altında kaldıkları görülmektedir. Sınıflar arasındaki farkın hangi sınıflar arasında olduğunu bulmak için, varyansların homojen olmadığı göz önünde bulundurularak yapılan thamnane testinin sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4'teki sonuçlara göre, 4. sınıf ile 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 5. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 6. sınıf ile 8, 9, 10, 11 ve 12. sınıflar arasında; 7. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 8. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında

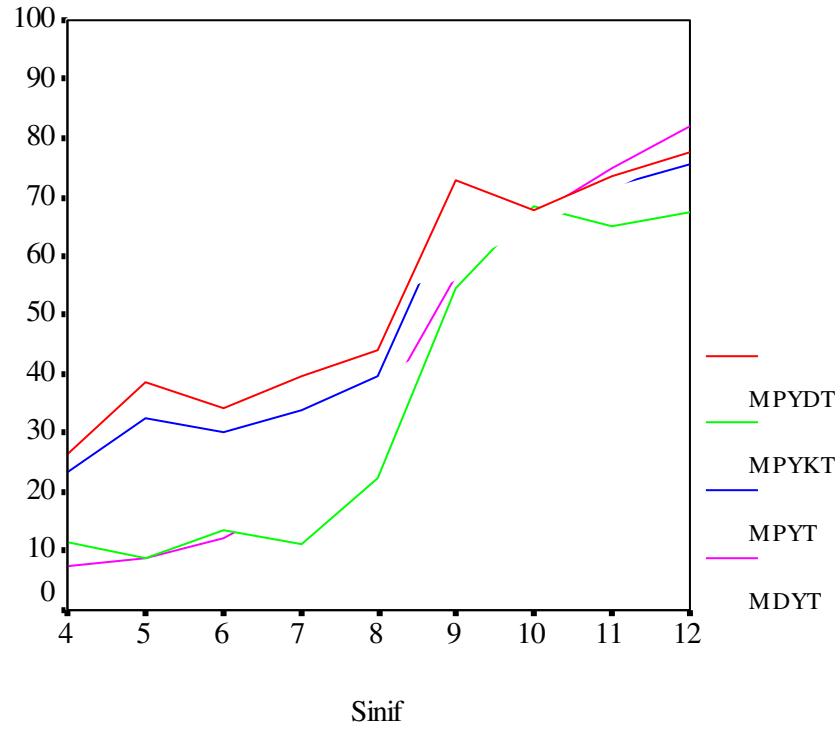
anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.3'te görüldüğü gibi analiz sonuçları, öğrencilerin MDYT'den aldıkları puanların ortalaması arasında, bulundukları sınıf bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [$F(8-476) = 92.87, p < .05$]. Öğrencilerin MDYT'den aldıkları puanları sınıflarına göre 100 puan üzerinden karşılaştırdığımızda, 4. sınıf öğrencilerinin 7.31 (düşük) puan, 5. sınıf öğrencilerinin 8.70 (düşük) puan, 6. sınıf öğrencilerinin 12.28 (düşük) puan, 7. sınıf öğrencilerinin 19.23 (düşük) puan, 8. sınıf öğrencilerinin 33.17 (düşük) puan, 9. sınıf öğrencilerinin 56.61 (orta) puan, 10. sınıf öğrencilerinin 66.81 (orta) puan, 11. sınıf öğrencilerinin 75.00 (yüksek) puan ve 12. sınıf öğrencilerinin 82.00 (yüksek) puan aldıkları görülmektedir. MDYT'den tüm sınıfların elde ettikleri ortalama başarı puanı ise 39.26 (düşük) puandır. 9, 10, 11 ve 12. sınıfların genel başarı ortalamasının üzerinde başarı gösterdikleri, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıfların ise genel başarı ortalamasının altında kaldıkları görülmektedir. Sınıflar arasındaki farkın hangi sınıflar arasında olduğunu bulmak için, varyansların homojen olmadığı göz önünde bulundurularak yapılan tamhane testinin sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4'teki sonuçlara göre, 4. sınıf ile 7, 8, 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 5. ve 6. sınıflar ile 8, 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 7. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 8. sınıf ile 9, 10, 11, 12. sınıflar arasında; 9. sınıf ile 11, 12. sınıflar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.3'ten elde edilen hipotez testi sonuçlarından yola çıkarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT testleri ile ilgili **null hipotezi 3** reddedilmiştir.

Sınıfların ortalamaları Şekil 4.2'de grafik ile de karşılaştırılmıştır. Görüldüğü gibi, bütün testlerde sınıf düzeyi arttıkça, ortalama da artmaktadır.



Şekil 4.2. Sınıfların ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması

4.1.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Dördüncü alt problemin ifadesi aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin bulundukları bilişsel gelişim dönemlerine bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmekte midir?

Bu soruya cevap bulabilmek için aşağıda ifadesi verilen **null hipotezi 4** ilişkisiz örneklem t testi ile test edilmiştir.

Null hipotezi 4: H_0 :Öğrencilerin bulundukları bilişsel gelişim dönemlerine bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmemektedir.

Tarama grubuna uygulanan t-testi sonuçları aşağıda Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Araştırmanın örneklemini oluşturan ilköğretim 4, 5, 6, 7, 8. sınıf öğrencileri ile ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencileri Piaget'nin zihinsel gelişim basamaklarına

göre sınıflandırılmıştır. Buna göre araştırmada ilköğretim 4 ve 5. sınıf öğrencilerinin somut işlemler döneminde, ilköğretim 6, 7, 8. sınıf öğrencileri ile ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin soyut işlemler döneminde oldukları kabul edilmiştir.

Tablo 4.5. *Tarama Grubuna Uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerinin Puan Ortalamalarının Bilişsel Gelişim Düzeyine Göre t-Testi ile Karşılaştırılması*

Testler	Bilişsel Dönem	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
MPYDT	Somut	106	6.54	2.55	483	14.15	.00
	Soyut	379	11.55	4.92			
MPYKT	Somut	106	0.51	0.69	483	13.35	.00
	Soyut	379	2.09	1.90			
MPYT	Somut	106	7.05	2.64	483	15.93	.00
	Soyut	379	13.64	6.33			
MDYT	Somut	106	0.80	0.99	483	19.38	.00
	Soyut	379	4.80	3.55			

Tablo 4.5'te görüldüğü gibi, öğrencilerin MPYDT başarıları bulundukları bilişsel gelişim dönemine göre, anlamlı bir farklılık göstermektedir [$t_{(483)} = 14.15$, $p < .05$]. Soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin başarıları ($\bar{X} = 11.55$), somut işlemler dönemindeki öğrencilere ($\bar{X} = 6.54$) göre daha yüksektir. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi'nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırsak, somut işlemler dönemindeki öğrencilerin 32.69 (düşük) puan, soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin 57.73 (orta) puan aldıkları görülür. Öğrencilerin MPYDT'den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 52.26 (orta) puandır. Somut işlemler dönemindeki öğrencilerin ortalama başarısının altında, soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin ise ortalama başarısının üzerinde bir başarı gösterdikleri görülmektedir.

Öğrencilerin MPYKT başarıları bulundukları bilişsel gelişim dönemine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir [$t_{(483)} = 13.35$, $p < .05$]. Soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin başarıları ($\bar{X} = 2.09$), somut işlemler dönemindeki öğrencilere ($\bar{X} = 0.51$) göre daha yüksektir. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi'nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırsak, somut işlemler dönemindeki öğrencilerin 10.19 (düşük) puan, soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin

41.90 (düşük) puan aldıkları görülür. Öğrencilerin MPYKT'den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 34.97 (düşük) puandır. Somut işlemler dönemindeki öğrencilerin ortalama başarının altında, soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin ise ortalama başarının üzerinde bir başarı gösterdikleri görülmektedir.

Öğrencilerin MPYT başarıları bulundukları bilişsel gelişim dönemine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir [$t_{(483)} = 15.93, p < .05$]. Soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin başarısı ($\bar{X} = 13.64$), somut işlemler dönemindeki öğrencilere ($\bar{X} = 7.05$) göre daha yüksektir. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısı Testi'nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırsak, somut işlemler dönemindeki öğrencilerin 28.19 (düşük) puan, soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin 54.56 (orta) puan aldıkları görülür. Öğrencilerin MPYT'den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 48.80 (orta) puandır. Somut işlemler dönemindeki öğrencilerin ortalama başarının altında, soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin ise ortalama başarının üzerinde bir başarı gösterdikleri görülmektedir.

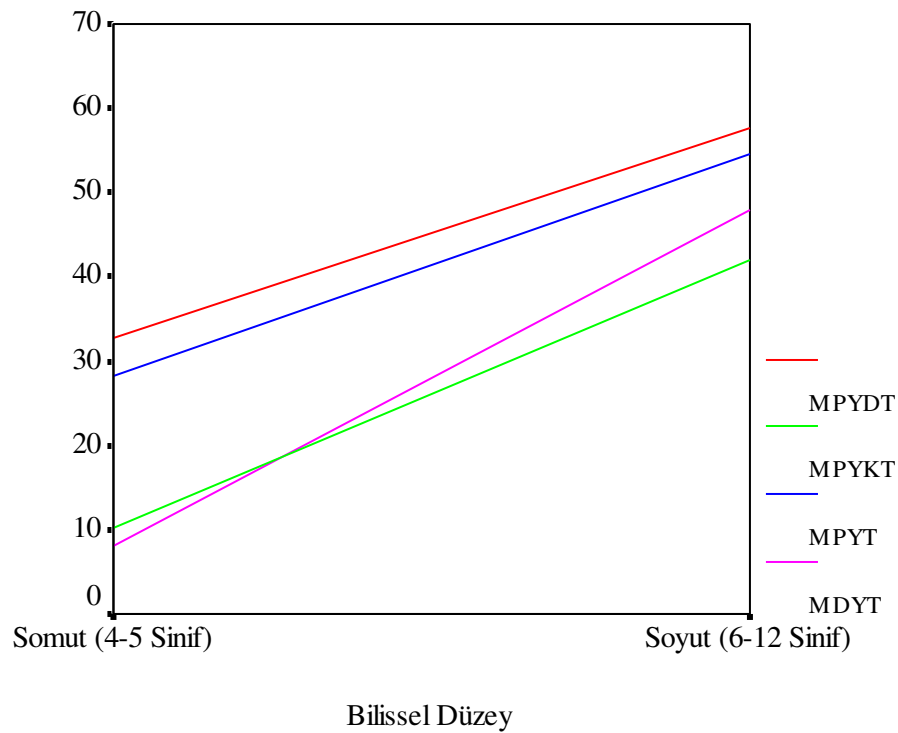
Öğrencilerin MDYT başarıları bulundukları bilişsel gelişim dönemine göre, anlamlı bir farklılık göstermektedir [$t_{(483)} = 19.38, p < .05$]. Soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin başarısı ($\bar{X} = 4.80$), somut işlemler dönemindeki öğrencilere ($\bar{X} = 0.80$) göre daha yüksektir. Öğrencilerin Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi'nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırsak, somut işlemler dönemindeki öğrencilerin 8.02 (düşük) puan, soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin 47.99 (orta) puan aldıkları görülür. Öğrencilerin MDYT'den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 39.26 (düşük) puandır. Somut işlemler dönemindeki öğrencilerin ortalama başarının altında, soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin ise ortalama başarının üzerinde bir başarı gösterdikleri görülmektedir.

Tablo 4.5'ten elde edilen hipotez testi sonuçlarını da göz önünde bulundurarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT testleri ile ilgili **null hipotezi 4** reddedilmiştir.

Araştırmanın dördüncü alt problemine ilişkin bulgulara göre, öğrencilerin bulundukları bilişsel gelişim dönemi, maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının bulunma oranı üzerinde etkilidir. Soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin

kavram yanlışlarının oranı, somut işlemler dönemindeki öğrencilerin kavram yanlışlarının oranına göre daha düşüktür. Maddenin parçacıklı yapısı soyut düşünmeyi gerektirdiğinden, soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin başarılarının daha yüksek olduğu söylenebilir.

Bilişsel düzeylerin ortalamaları Şekil 4.3'te grafik ile de karşılaştırılmıştır. Görüldüğü gibi, bütün testlerde somuttan soyuta ortalamalarda bir artış gözlenmektedir.



Şekil 4.3. Bilişsel düzeylerin ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması

4.1.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Beşinci alt problemin ifadesi aşağıdaki gibidir:

Cinsiyete bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmekte midir?

Bu soruya cevap bulabilmek için, aşağıda ifadesi verilen **null hipotezi 5** ilişkisiz örneklem t testi ile test edilmiştir.

Null hipotezi 5: H_0 : Cinsiyete bağılı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları değişmemektedir.

Tarama grubuna uygulanan t-testi sonuçları aşağıda Tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.6. *Tarama Grubuna Uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerinin Puan Ortalamalarının Cinsiyete Göre t-Testi ile Karşılaştırılması*

Testler	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
MPYDT	Kız	223	10.62	4.78	483	0.69	0.49
	Erkek	262	10.31	5.11			
MPYKT	Kız	223	1.82	1.80	483	0.80	0.42
	Erkek	262	1.69	1.86			
MPYT	Kız	223	12.44	6.12	483	0.77	0.44
	Erkek	262	12.00	6.53			
MDYT	Kız	223	4.00	3.57	483	0.45	0.65
	Erkek	262	3.86	3.59			

Tablo 4.6’da görüldüğü gibi öğrencilerin MPYDT başarıları cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir [$t_{(483)} = 0.69$, $p > .05$]. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi’nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırırsak, kız öğrencilerin 53.10 (orta) puan, erkek öğrencilerin 51.55 (orta) puan aldıkları görülür. Kız ve erkek öğrencilerin MPYDT’den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 52.26 (orta) puandır. Kız öğrencilerin bu ortalamanın üzerinde, erkek öğrencilerin ise bu ortalamanın altında bir başarı gösterdikleri söylenebilir.

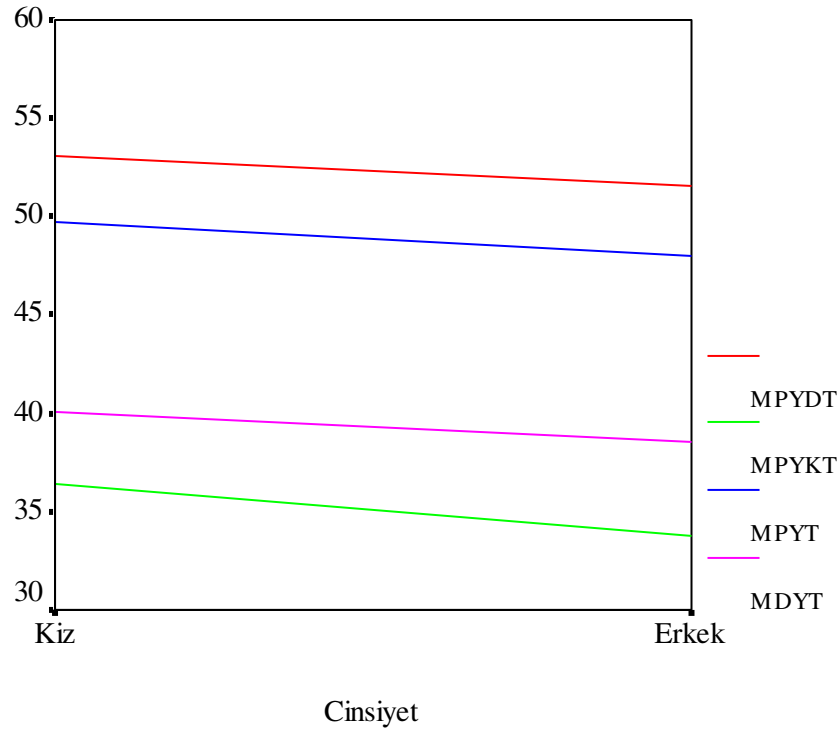
Öğrencilerin MPYKT başarıları cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir [$t_{(483)} = 0.80$, $p > .05$]. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi’nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırırsak, kız öğrencilerin 36.41 (düşük) puan, erkek öğrencilerin 33.74 (düşük) puan aldıkları görülür. Kız ve erkek öğrencilerin MPYKT’den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 34.97 (düşük) puandır. Kız öğrencilerin bu ortalamanın üzerinde, erkek öğrencilerin ise bu ortalamanın altında bir başarı gösterdikleri söylenebilir.

Öğrencilerin MPYT başarıları cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir [$t_{(483)} = 0.77$, $p > .05$]. Öğrencilerin Maddenin Parçacıklı Yapısı Testi'nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırsak, kız öğrencilerin 49.76 (orta) puan, erkek öğrencilerin 47.98 (orta) puan aldıkları görülür. Kız ve erkek öğrencilerin MPYT'den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 48.80 (orta) puandır. Kız öğrencilerin bu ortalamanın üzerinde, erkek öğrencilerin ise bu ortalamanın altında bir başarı gösterdikleri söylenebilir.

Öğrencilerin MDYT başarıları cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir [$t_{(483)} = 0.45$, $p > .05$]. Öğrencilerin Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi'nden aldıkları puanların ortalamalarını 100 puan üzerinden karşılaştırsak, kız öğrencilerin 40.04 (düşük) puan, erkek öğrencilerin 38.59 (düşük) puan aldıkları görülür. Kız ve erkek öğrencilerin MDYT'den elde ettikleri genel başarı ortalaması ise 39.26 (düşük) puandır. Kız öğrencilerin bu ortalamanın üzerinde, erkek öğrencilerin ise bu ortalamanın altında bir başarı gösterdikleri söylenebilir.

Tablo 4.6'dan elde edilen hipotez testi sonuçlarını da göz önünde bulundurarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT testleri ile ilgili **null hipotezi 5** reddedilmemiştir.

Kız ve erkek öğrencilerin ortalamaları Şekil 4.4'te grafik ile de karşılaştırılmıştır. Görüldüğü gibi, istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen, kızların ortalamaları erkeklerin ortalamalarından daha büyüktür.



Şekil 4.4. Kız ve erkek öğrencilerin ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması

4.1.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Altıncı alt problemin ifadesi aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin MDYT başarıları ile MPYDT, MPYKT, MPYT başarıları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Bu soruya cevap bulabilmek için aşağıda ifadesi verilen **null hipotezi 6** ikili korelasyon hesaplaması ile test edilmiştir.

Null hipotezi 6: H_0 :Öğrencilerin MDYT başarıları ile MPYDT, MPYKT, MPYT başarıları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.

Test sonuçları Tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7. *Tarama Grubuna Uygulanan MDYT ile MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarıları Arasındaki Korelasyon*

		MPYDT	MPYKT	MPYT
MPYKT	r	.67		
	p	.00		
MPYT	r	.97	.81	
	p	.00	.00	
MDYT	r	.72	.59	.73
	p	.00	.00	.00

Tablo 4.7 incelendiğinde öğrencilerin MDYT’de gösterdikleri başarı ile MPYDT’de gösterdikleri başarı arasında yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir [$r(N = 485) = .72, p < .01$].

Öğrencilerin MDYT’de gösterdikleri başarı ile MPYKT’de gösterdikleri başarı arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir [$r(N = 485) = .59, p < .01$].

Öğrencilerin MDYT’de gösterdikleri başarı ile MPYT’de gösterdikleri başarı arasında yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir [$r(N = 485) = .73, p < .01$].

Tablo 4.7’den elde edilen hipotez testi sonuçlarına göre MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT testleri ile ilgili **null hipotezi 6** reddedilmiştir.

Öğrencilerin MDYT ile MPYDT, MPYKT ve MPYT başarıları arasında yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olması, MDYT ile diğer üç testin ölçtükleri niteliklerin güvenirliği açısından başarılı olduklarını göstermektedir. Ayrıca Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi’nden başarılı olan öğrencilerin, maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili değerlendirme ve kavram testlerinde de başarı gösterdikleri görülmektedir. Bu da öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerinin, duyu organlarıyla algılanamayan bir kavram olan maddenin parçacıklı yapısının kavranmasında önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Ayrıca, MPYDT’de soru 3, soru 6 ve soru 13’te; MPYKT’de soru 3 ve soru 5’te fiziksel etkenlerle maddelerin molekül ve atomlarının büyüklüklerinin ve kütlelerinin değişip değişmeyeceği sorgulanmaktadır. Bu beş soru ile ilgili veriler arasındaki korelasyona bakılmıştır. Pearson korelasyonel analiz sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. *MPYDT 3, 6 ve 13. Sorular ile MPYKT 3 ve 5. Sorulara Verilen Cevaplar Arasındaki Korelasyon*

		MPYKT S3	MPYKT S5	MPYDT S3	MPYDT S13
MPYKT S5	r	.51			
	p	.00			
MPYDT S3	r	.42	.34		
	p	.00	.00		
MPYDT S13	r	.34	.36	.60	
	p	.00	.00	.00	
MPYDT S6	r	.33	.33	.38	.53
	p	.00	.00	.00	.00

Tablo 4.8’de görüldüğü gibi bu beş soru ile ilgili veriler arasındaki bütün korelasyonlar anlamlıdır. Bu bulgu öğrencilerin aynı bir kavrama ile ilgili sorulara verdikleri cevapların tutarlı olduğunu göstermektedir. Bu ise, öğrencilerin sorulara cevap verirken yeterince odaklandıklarını işaret etmektedir.

4.2. Çalışma Grubunu Oluşturan Öğrencilere Yönelik Sonuçlar

Kavram yanlışlarının giderilmesinde modellemeye dayalı etkinliklerin etkisini araştırmak amacı ile, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf toplam 166 öğrenciden oluşan çalışma grubuna uygulanan testlerin sonuçları bu bölümde ele alınmıştır.

4.2.1. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Yedinci alt problemin ifadesi aşağıdaki gibidir:

İlköğretim 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerindeki maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde, araştırmada kullanılan modellemeye dayalı etkinliklerin anlamlı bir etkisi var mıdır?

Bu soruya cevap bulabilmek için aşağıda ifadesi verilen **null hipotezi 7**, ilişkili örneklemeler için t testi kullanılarak test edilmiştir.

Null Hipotezi 7: H_0 : İlköğretim 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerindeki maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde, araştırmada kullanılan modellemeye dayalı etkinliklerin anlamlı bir etkisi yoktur.

4.2.1.1. Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Ön ve Son Testlerden Elde Ettikleri Başarının Karşılaştırılması

Dördüncü sınıf öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT başarılarının modellemeye dayalı etkinliklerden önce ve sonra nasıl değiştiği, ilişkili örneklemeler için t- testi kullanılarak test edilmiştir.

Test sonuçları Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9. *Modellemeye Dayalı Etkinliklerin 4. Sınıf Öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına Etkisinin İlişkili Örneklemeler t-Testi ile Karşılaştırılması*

Test		N	$\bar{X}$	s	sd	t	p	Değişim (%)
MPYDT	Ön Test	32	5.00	2.16	31	14.13	.00	64.40
	Son Test	32	8.22	2.21				
MPYKT	Ön Test	32	0.63	0.83	31	11.34	.00	376.00
	Son Test	32	3.00	1.14				
MPYT	Ön Test	32	5.63	2.47	31	16.82	.00	100.00
	Son Test	32	11.22	2.45				

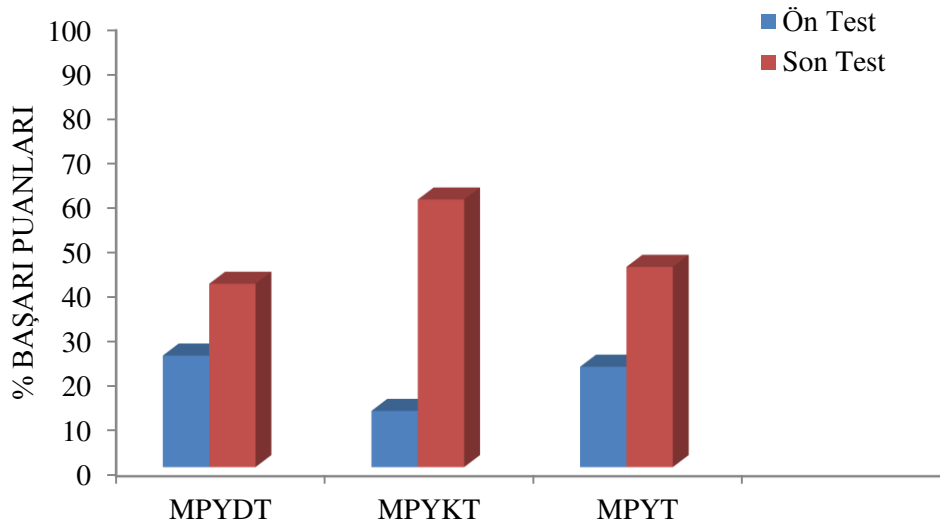
Tablo 4.9’ daki sonuçlara göre 4. sınıf öğrencilerinin ön MPYDT başarıları ile son MPYDT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(31)} = 14.13, p < .05$].

Öğrencilerin MPYDT’den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 5.00$), 100 üzerinden 25.00 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 8.22$), 100 üzerinden 41.10 (düşük) puana yükselmiştir. 4. sınıf öğrencilerinin başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda %64.40 olduğunu görürüz.

Tablo 4.9'daki sonuçlara göre 4. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarıları ile son MPYKT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(31)} = 11.34$, $p < .05$].

Öğrencilerinin MPYKT'den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 0.63$), 100 üzerinden 12.60 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 3.00$), 100 üzerinden 60.00 (orta) puana yükselmiştir. 4. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda %376.00 olduğunu görürüz. Tablo 4.9' daki sonuçlara göre 4. sınıf öğrencilerinin ön MPYT başarıları ile son MPYT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(31)} = 16.82$, $p < .05$].

4. sınıf öğrencilerinin MPYT'den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 5.63$), 100 üzerinden 22.50 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 11.22$), 44.90 (orta) puana yükselmiştir. Öğrencilerin MPYT başarılarındaki artışı, yüzde olarak hesapladığımızda %100.00 olduğunu görürüz. Modellemeye dayalı etkinliklerin 4. sınıf öğrencilerinin testlerden elde ettikleri ön ve son başarı puanlarına etkisi Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Modellemeye dayalı etkinliklerin 4. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi

4.2.1.2. Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Ön ve Son Testlerden Elde Ettikleri Başarının Karşılaştırılması

Beşinci sınıf öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT başarılarının modellemeye dayalı etkinliklerden önce ve sonra nasıl değiştiği, ilişkili örneklem için t- testi kullanılarak test edilmiştir.

Test sonuçları Tablo 4.10’da sunulmuştur.

Tablo 4.10. *Modellemeye Dayalı Etkinliklerin 5. Sınıf Öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına Etkisinin İlişkili Örneklem t-Testi ile Karşılaştırılması*

Test		N	$\bar{X}$	s	sd	t	p	Değişim (%)
MPYDT	Ön Test	34	7.47	2.11	33	9.81	.00	40.56
	Son Test	34	10.50	2.73				
MPYKT	Ön Test	34	0.47	0.71	33	11.01	.00	525.00
	Son Test	34	2.94	1.37				
MPYT	Ön Test	34	7.94	2.15	33	13.28	.00	69.00
	Son Test	34	13.44	3.32				

Tablo 4.10’deki sonuçlara göre 5. sınıf öğrencilerinin ön MPYDT başarıları ile son MPYDT başarıları arasında, anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(33)} = 9.81$, $p < .05$].

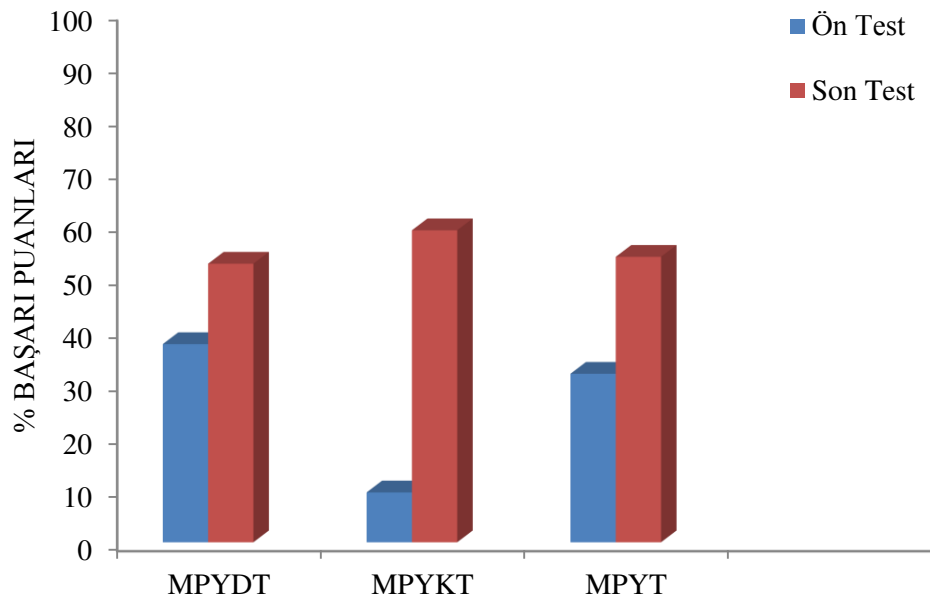
5. sınıf öğrencilerinin MPYDT’den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 7.47$), 100 üzerinden 37.35 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 10.50$), 100 üzerinden 52.50 (orta) puana yükselmiştir. 5. sınıf öğrencilerinin başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %40.56 oranında arttığını görürüz.

Tablo 4.10’deki sonuçlara göre 5. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarıları ile son MPYKT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(33)} = 11.01$, $p < .05$].

5. sınıf öğrencilerinin MPYKT’den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 0.47$), 100 üzerinden 9.40 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 2.94$), 100 üzerinden 58.80 (orta) puana yükselmiştir. 5. sınıf öğrencilerinin

MPYKT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %525.00 oranında arttığını görürüz.

Tablo 4.10'daki sonuçlara göre 5. sınıf öğrencilerinin ön MPYT başarıları ile son MPYT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(33)} = 13.28$, $p < .05$]. 5. sınıf öğrencilerinin MPYT'den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 7.94$), 100 üzerinden 31.76 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 13.44$), 100 üzerinden 53.80 (orta) puana yükselmiştir. 5. sınıf öğrencilerinin MPYT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %69.00 oranında arttığını görürüz. Modellemeye dayalı etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin testlerden elde ettikleri ön ve son başarı puanlarına etkisi Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Modellemeye dayalı etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi

4.2.1.3. Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Ön ve Son Testlerden Elde Ettikleri Başarının Karşılaştırılması

Altıncı sınıf öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT başarılarının modellemeye dayalı etkinliklerden önce ve sonra nasıl değiştiği, ilişkili örneklem için t- testi kullanılarak test edilmiştir.

Test sonuçları Tablo 4.11’de sunulmuştur.

Tablo 4.11. *Modellemeye Dayalı Etkinliklerin 6. Sınıf Öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına Etkisinin İlişkili Örneklem t-Testi ile Karşılaştırılması*

Test		N	$\bar{X}$	s	sd	t	p	Değişim (%)
MPYDT	Ön Test	32	8.88	4.34	31	9.28	.00	54.00
	Son Test	32	13.66	2.68				
MPYKT	Ön Test	32	0.75	1.24	31	13.17	.00	412.00
	Son Test	32	3.84	0.92				
MPYT	Ön Test	32	9.63	5.21	31	11.94	.00	82.00
	Son Test	32	17.50	3.29				

Tablo 4.11’deki sonuçlara göre 6. sınıf öğrencilerinin ön MPYDT başarıları ile son MPYDT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(31)} = 9.28$, $p < .05$].

6. sınıf öğrencilerinin MPYDT’den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 8.88$), 100 üzerinden 44.40 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 13.66$), 100 üzerinden 68.30 (orta) puana yükselmiştir. 6. sınıf öğrencilerinin başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %54.00 oranında arttığını görürüz.

Tablo 4.11’deki sonuçlara göre 6. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarıları ile son MPYKT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(31)} = 13.17$, $p < .05$].

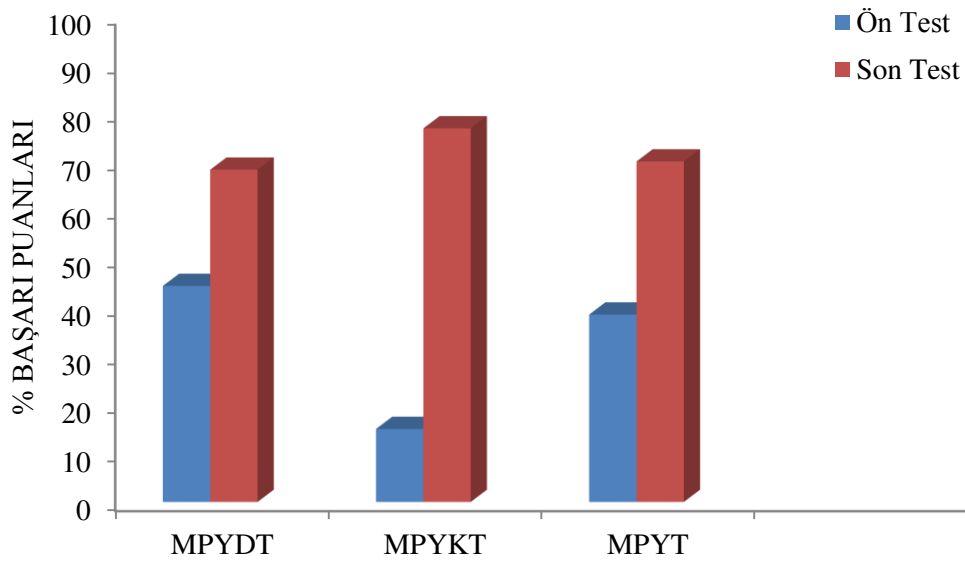
6. sınıf öğrencilerinin MPYKT’den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 0.75$), 100 üzerinden 15.00 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 3.84$), 100 üzerinden 76.80 (yüksek) puana yükselmiştir. 6. sınıf

öğrencilerinin MPYKT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %412.00 oranında arttığını görürüz.

Tablo 4.11'deki sonuçlara göre 6. sınıf öğrencilerinin ön MPYT başarıları ile son MPYT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(31)} = 11.94$, $p < .05$].

6. sınıf öğrencilerinin MPYT'den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 9.63$), 100 üzerinden 38.52 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 17.50$), 100 üzerinden 70.00 (yüksek) puana yükselmiştir. 6. sınıf öğrencilerinin MPYT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %82.00 oranında arttığını görürüz.

Modellemeye dayalı etkinliklerin 6. sınıf öğrencilerinin testlerden elde ettikleri ön ve son başarı puanlarına etkisi Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Modellemeye dayalı etkinliklerin 6. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi

4.2.1.4. Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Ön ve Son Testlerden Elde Ettikleri Başarının Karşılaştırılması

Yedinci sınıf öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT başarılarının modellemeye dayalı etkinliklerden önce ve sonra nasıl değiştiği, ilişkili örneklem için t- testi kullanılarak test edilmiştir.

Test sonuçları Tablo 4.12’de sunulmuştur.

Tablo 4.12. *Modellemeye Dayalı Etkinliklerin 7. Sınıf Öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına Etkisinin İlişkili Örneklem t-Testi ile Karşılaştırılması*

Test		N	$\bar{X}$	s	sd	t	p	Değişim (%)
MPYDT	Ön Test	33	10.73	3.95	32	9.95	.00	28.52
	Son Test	33	13.79	3.55				
MPYKT	Ön Test	33	1.58	1.95	32	8.75	.00	140.00
	Son Test	33	3.79	1.24				
MPYT	Ön Test	33	12.30	5.21	32	11.98	.00	43.00
	Son Test	33	17.58	4.48				

Tablo 4.12’deki sonuçlara göre 7. sınıf öğrencilerinin ön MPYDT başarıları ile son MPYDT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(32)} = 9.95$, $p < .05$].

7. sınıf öğrencilerinin MPYDT’den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 10.73$), 100 üzerinden 53.65 (orta) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 13.79$), 100 üzerinden 68.95 (orta) puana yükselmiştir. 7. sınıf öğrencilerinin başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %28.52 oranında arttığını görürüz.

Tablo 4.12’deki sonuçlara göre 7. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarıları ile son MPYKT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(32)} = 8.75$, $p < .05$].

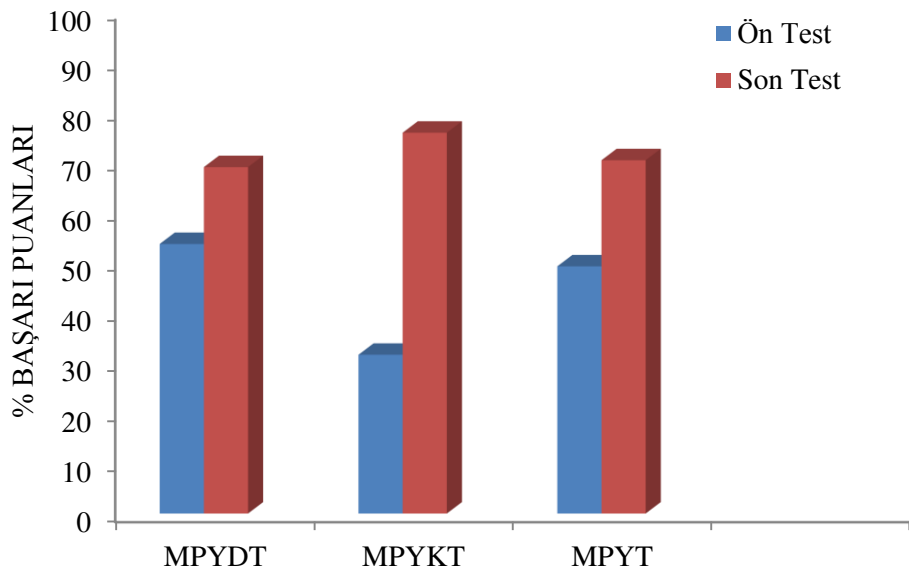
7. sınıf öğrencilerinin MPYKT’den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 1.58$), 100 üzerinden 31.60 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 3.79$), 75.80 (yüksek) puana yükselmiştir. 7. sınıf öğrencilerinin MPYKT

başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %140.00 oranında arttığını görürüz.

Tablo 4.12'deki sonuçlara göre 7. sınıf öğrencilerinin ön MPYT başarıları ile son MPYT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(32)} = 11.98$, $p < .05$].

7. sınıf öğrencilerinin MPYT'den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 12.30$), 100 üzerinden 49.20 (orta) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 17.58$), 70.32 (yüksek) puana yükselmiştir. 7. sınıf öğrencilerinin MPYT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %43.00 oranında arttığını görürüz.

Modellemeye dayalı etkinliklerin 7. sınıf öğrencilerinin testlerden elde ettikleri ön ve son başarı puanlarına etkisi Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Modellemeye dayalı etkinliklerin 7. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi

4.2.1.5. Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Ön ve Son Testlerden Elde Ettikleri Başarının Karşılaştırılması

Sekizinci sınıf öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT başarılarının modellemeye dayalı etkinliklerden önce ve sonra nasıl değiştiği, ilişkili örneklem için t- testi kullanılarak test edilmiştir.

Test sonuçları Tablo 4.13’de sunulmuştur.

Tablo 4.13. *Modellemeye Dayalı Etkinliklerin 8. Sınıf Öğrencilerinin MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına Etkisinin İlişkili Örneklem t-Testi ile Karşılaştırılması*

Test		N	$\bar{X}$	s	sd	t	p	Değişim (%)
MPYDT	Ön Test	35	10.89	2.68	34	16.07	.00	35.63
	Son Test	35	14.77	1.97				
MPYKT	Ön Test	35	0.86	1.17	34	14.44	.00	335.00
	Son Test	35	3.74	1.07				
MPYT	Ön Test	35	11.74	2.99	34	20.02	.00	58.00
	Son Test	35	18.51	2.16				

Tablo 4.13’deki sonuçlara göre 8. sınıf öğrencilerinin ön MPYDT başarıları ile son MPYDT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(34)} = 16.07$, $p < .05$].

8. sınıf öğrencilerinin MPYDT’den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 10.89$), 100 üzerinden 54.45 (orta) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 14.77$), 100 üzerinden 73.85 (yüksek) puana yükselmiştir. 8. sınıf öğrencilerinin başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %35.63 oranında arttığını görürüz.

Tablo 4.13’deki sonuçlara göre 8. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarıları ile son MPYKT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(34)} = 14.44$, $p < .05$].

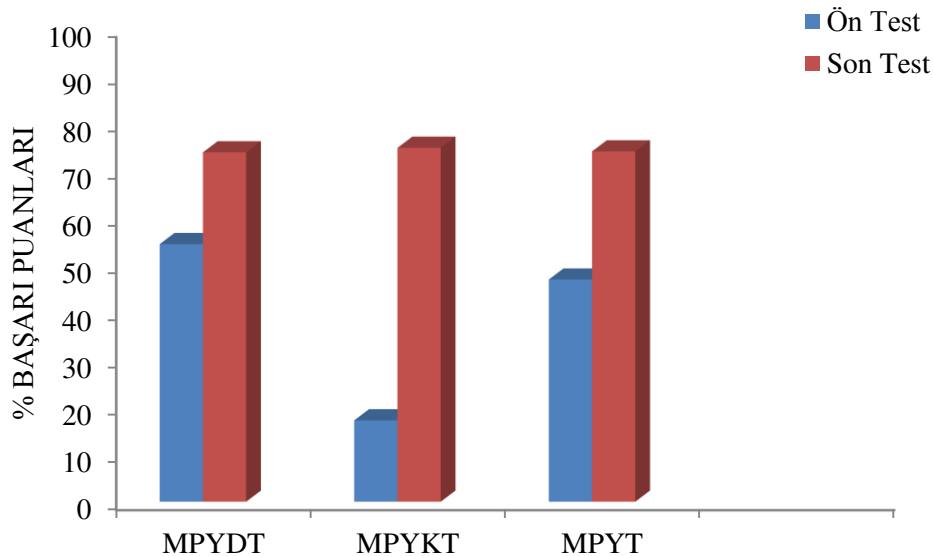
8. sınıf öğrencilerinin MPYKT’den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 0.86$), 100 üzerinden 17.20 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 3.74$), 74.80 (yüksek) puana yükselmiştir. 8. sınıf öğrencilerinin MPYKT

başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %335.00 oranında arttığını görürüz.

Tablo 4.13'deki sonuçlara göre 8. sınıf öğrencilerinin ön MPYT başarıları ile son MPYT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t_{(34)} = 20.02$, $p < .05$].

8. sınıf öğrencilerinin MPYT'den aldıkları puanların ortalaması ön testte ($\bar{X} = 11.74$), 100 üzerinden 46.96 (orta) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ($\bar{X} = 18.51$), 74.04 (yüksek) puana yükselmiştir. 8. sınıf öğrencilerinin MPYT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %58.00 oranında arttığını görürüz.

Modellemeye dayalı etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin testlerden elde ettikleri ön ve son başarı puanlarına etkisi Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

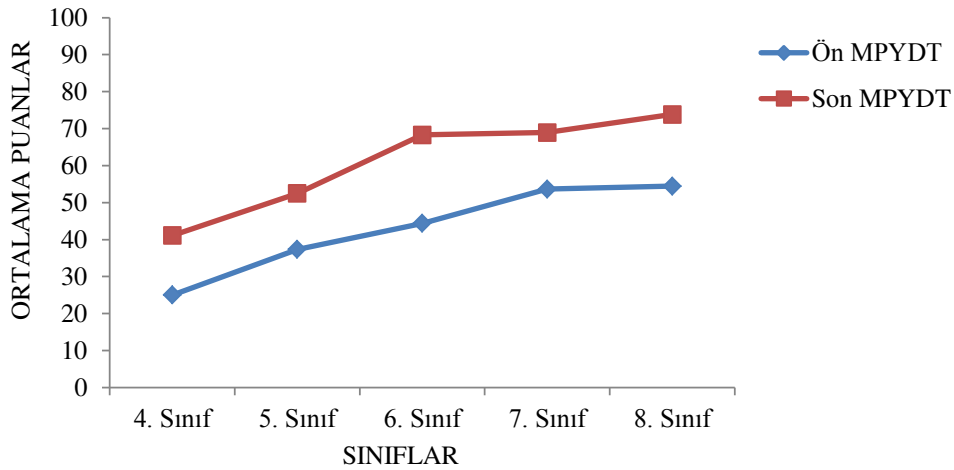


Şekil 4.9. Modellemeye dayalı etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi

4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflara ait MPYDT, MPYKT ve MPYT testlerinin öntest ve sontest uygulamalarına ait istatistiksel sonuçlardan elde edilen bulgulara göre, araştırmaya ait **null hipotezi 7** reddedilir.

4.2.1.6. MPYDT'ye Ait Öntest ve Sontest Sonuçlarının Sınıf Bazında Karşılaştırılması

4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin MPYDT'den elde ettikleri başarı puanları 100 puan üzerinden değerlendirilerek, ön ve son testlere ilişkin başarı değişimi grafiği Şekil 4.10'da sunulmuştur.

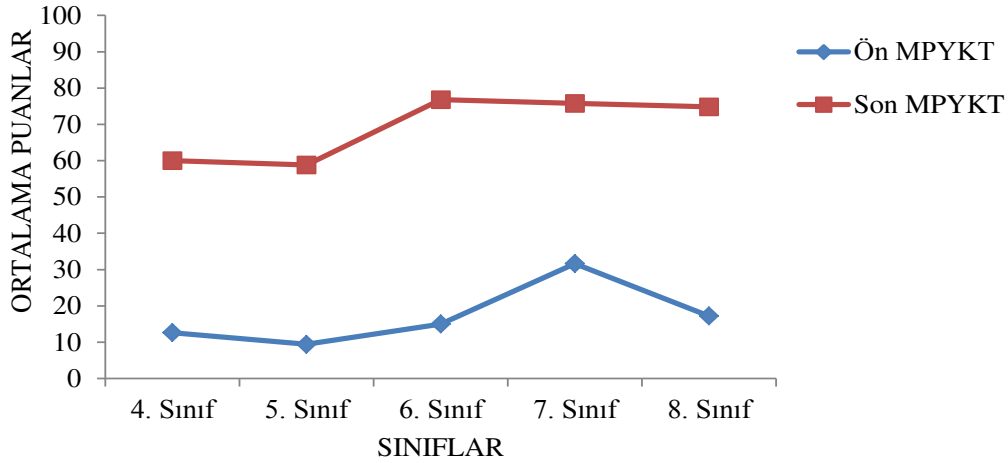


Şekil 4.10. Modellemeye dayalı etkinliklerin MPYDT başarısına etkisi

Şekil 4.10'daki grafikten de görülebileceği gibi, sınıf seviyesi arttıkça deneysel işlemin etkisi de artmaktadır. Başka bir ifade ile, öğrencilerin yaşı arttıkça aynı bir konuyu öğrenmeleri de kolaylaşmaktadır. Öğrencilerin MPYDT'den elde ettikleri başarının ön test ve son testte sınıflara göre nasıl değiştiğine bakacak olursak 4. sınıf öğrencilerinin başarı oranı %64.00 artarken, 5. sınıf öğrencilerinin %41.00 artmıştır. İkinci kademe öğrencilerine bakarsak 6. sınıfların %54.00, 7. sınıfların %29.00, 8. sınıfların ise %36.00 oranında başarılarını arttırdıklarını görürüz. Öğrencilerin MPYDT'den aldıkları puanlar modele dayalı etkinliklerle öğretimin ardından artmasına rağmen, başarı artış oranlarının 5, 7 ve 8. sınıflarda genel başarı artışı olan %41.60'ın altında kalmasının nedeni, öğrencilerin kullanılan öğretim yöntemine alışkın olmamaları, Fen ve Teknoloji derslerini farklı öğretmenlerden farklı yöntemlerle öğrenmiş olmaları olabilir.

4.2.1.7. MPYKT'ye Ait Öntest ve Sontest Sonuçlarının Sınıf Bazında Karşılaştırılması

4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin MPYKT'den elde ettikleri başarı puanları 100 puan üzerinden değerlendirilerek, ön ve son testlere ilişkin başarı değişimi grafiği Şekil 4.11'de sunulmuştur.



Şekil 4.11. Modellemeye dayalı etkinliklerin MPYKT başarısına etkisi

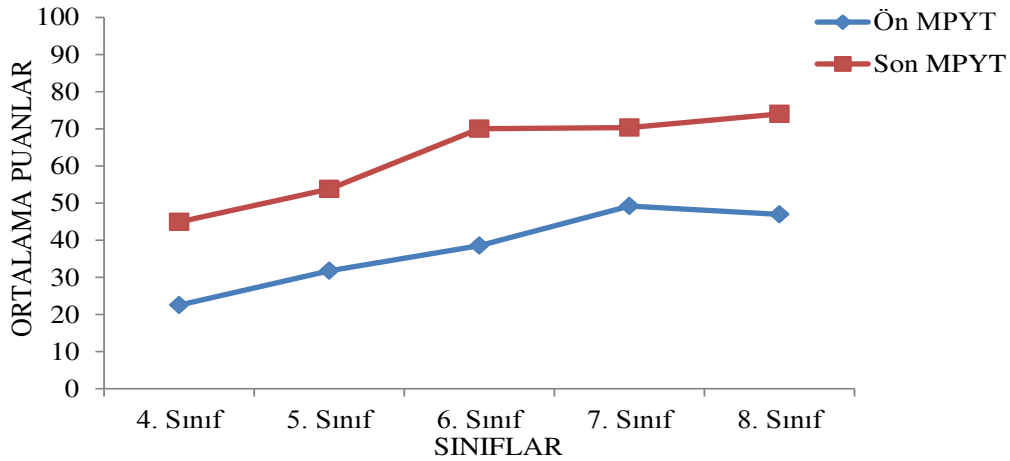
Öğrencilerin MPYKT'den elde ettikleri başarının ön test ve son testte sınıflara göre nasıl değiştiğine bakacak olursak 4. sınıf öğrencilerinin başarı oranı %376.00, 5. sınıf öğrencilerinin başarı oranı %525.00 artmıştır. İkinci kademe öğrencilerine bakarsak 6. sınıfların %412.00, 7. sınıfların %140.00, 8. sınıfların ise %335.00 oranında başarılarını arttırdıklarını görürüz. 8. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarısı ($\bar{X} = 0.86$) iken, 7. sınıf öğrencilerinin ise ($\bar{X} = 1.58$) dir. Ön testteki bu belirgin farka rağmen, başarılarındaki artış oranına baktığımızda 7. sınıf öğrencileri %140.00, 8. sınıf öğrencileri ise % 335.00 oranında MPYKT başarılarını arttırmışlardır. Bunun nedeni 8. sınıf öğrencilerinin boş dersler ya da farklı öğretmenler nedeni ile iyi bir fen eğitimi alamamaları dolayısıyla da seviyelerinin düşük olması olabilir.

Öğrencilerin MPYKT başarılarındaki artış oranı, MPYDT başarılarındaki artış oranına göre oldukça yüksektir. Bunun nedeni ise MPYKT'deki kavramlara yönelik işlenen derste sınıfa birebir sorulardaki malzemelerin getirilerek, öğrencilere etkileşimde bulundukları modellerle konunun kavratılması olabilir.

MPYDT'deki kavramlara yönelik işlenen derste ise bilgisayar modellerinden yararlanılmıştır. Sonuçlara göre kavram öğretiminde, öğrencilerin dokunarak etkileşimde bulundukları modellerin, bilgisayar modellerinden daha başarılı oldukları söylenebilir.

4.2.1.8. MPYT'ye Ait Öntest ve Sontest Sonuçlarının Sınıf Bazında Karşılaştırılması

4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin MPYT'den elde ettikleri başarı puanları 100 puan üzerinden değerlendirilerek, ön ve son testlere ilişkin başarı değişimi grafiği Şekil 4.12'de sunulmuştur.



Şekil 4.12. Modellemeye dayalı etkinliklerin MPYT başarısına etkisi

Öğrencilerin MPYT'den elde ettikleri başarının ön test ve son testte sınıflara göre nasıl değiştiğine bakacak olursak, 4. sınıf öğrencilerinin başarı oranı %99.64, 5. sınıf öğrencilerinin başarı oranı %69.26 artmıştır. İkinci kademe öğrencilerine bakarsak 6. sınıfların %81.72, 7. sınıfların %42.93, 8. sınıfların ise %57.66 oranında başarılarını

arttırdıklarını görürüz. Öğrencilerin MPYT'den elde ettikleri genel başarı, modele dayalı etkinliklerden sonra %65.33 oranında artmıştır. 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin bu başarı artışının altında, 4, 5 ve 6. sınıf öğrencilerinin ise bu başarının üzerinde bir başarı artışı gösterdikleri görülmektedir.

4.3. Görüşmelere İlişkin Bulgular

4.3.1. Öğrencilerin MPYDT'ye Verdikleri Yanıtlara Yönelik Mülakat Sonuçları

Modellemeye dayalı etkinliklerin yapıldığı 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinden rastgele seçilerek gerçekleştirilen görüşmelerde, öğrencilerin cevapları ses kayıt cihazı ile alınmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmeden elde edilen bulgular her soru için aşağıda belirtilmiştir:

1. Katı halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin görünümü, su eriyip sıvı hale geçtiğinde nasıl olur? sorusunun doğru yanıtı C seçeneğidir. Soruda öğrencilerden erime olayında, suyu oluşturan moleküllerin arasındaki uzaklığın bir miktar arttığı kavramını, bilip bilmedikleri ölçülmek istenmiştir.

Öğrenci 1 (6. Sınıf): Buz eriyip sıvı hale geçtiği zaman ilk durumuna göre kabın içinde daha fazla yer kaplar, yayılır. Bence bu yüzden suyu oluşturan moleküllerdeki atomlar da birbirinden ayrılır ve dağınık, yayılmış bir görüntü oluşur, bu nedenle doğru seçenek B şıkkıdır.

Araştırmacı: Sen her iki sınavda da aynı seçeneği işaretlemişsin.

Öğrenci 1 (6. Sınıf): Evet ben doğru yanıtın bu olduğundan eminim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf): Buz eridiğinde suyu oluşturan moleküllerdeki hidrojen ve oksijen atomlarının birbirinden ayrılacağını düşündüğümünden, ilk sınavda B seçeneğini işaretlemiştim. Ancak derste izlediğimiz bilgisayar animasyonlarında, madde eridiğinde maddenin molekülleri arasındaki uzaklığın biraz arttığını hatırlayarak ikinci sınavda sadece moleküller arasındaki uzaklığın arttığı, C şıkkını işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf): Katı halde bulunan maddeler eridiğinde, maddeyi oluşturan moleküller birbirinden uzaklaşırlar. Ben burada maddenin gaz halindeki moleküllerinin görünümünü seçmişim. Soruyu okurken yanlış anladığımı fark ettim. Aslında doğru yanıt moleküller arasındaki uzaklığın bir miktar arttığı C şıkkı olmalıydı. İkinci sınavda C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Buz halindeyken moleküller birbirine sıkı bir şekilde bağlanmıştır. Sıvı hale geçtiğinde ise moleküller arasındaki uzaklık biraz artar. Bu nedenle ben her iki sınavda da C şıkkını işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Maddenin sıvı halindeki molekül sayısı, katı halinde bulunan molekül sayısından daha fazladır, çünkü buz eridiğinde daha çok yer kaplar. Bu nedenle her iki sınavda C şıkkını işaretledim. Çünkü C şıkkında daha fazla molekül var.

Öğrenci doğru seçeneği işaretlemesine rağmen yanlış bir kavrama içindedir. Moleküllerin görünümünü moleküller arasındaki boşluk kavramı ile değil de, sıvı halde katı hale göre daha çok sayıda molekül olması yanlış kavramı ile açıklamıştır. Bu kavram yanılığının nedeni ise ders kitaplarında katı ve sıvı haldeki maddelerin görünümlerini temsil eden model çizimleridir. Bu modellerde sıvı haldeki maddelerin molekül modellerinde, katı halindeki molekül modellerine göre daha fazla sayıda molekül yer almaktadır. Öğretmenler öğrencilere bu çizimlerin asıl anlatmak istediğini mutlaka anlatmalıdırlar. Sıvı hali temsil eden molekül modelinde, daha fazla molekül çizilmesinin nedeninin moleküller arasındaki boşluğun artması olduğu vurgulanmalıdır.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Katı haldeki buz eridiğinde, molekülleri oluşturan taneciklerin ayrılarak dağılacağını düşündüğüm için B seçeneğini işaretlemiştim. Ancak ilk sınavdan sonra derste izlediğimiz görüntülerde maddelerin hal değiştirdiğinde, sadece moleküllerin arasındaki uzaklığın değiştiğini öğrendik. İkinci sınavda su molekülleri arasındaki uzaklığın bir miktar arttığı C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Madde katı halden sıvı hale geçerken, maddeyi oluşturan moleküllerin arasındaki boşluk artar. Bu nedenle her iki sınavda C şıkkını işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Buzu oluşturan moleküllerin görünümünün E seçeneğindeki gibi olacağını, yani buz eriyip sıvı hale geçtiğinde su moleküllerindeki hidrojen ve oksijen moleküllerinin birbirinden ayrılacağını düşünüyorum bu nedenle her iki sınavda E seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Bence buz eridiğinde moleküllerin arasındaki uzaklık artar, bu nedenle doğru yanıt D olacaktır şeklinde düşünmüştüm. Ancak derslerde sizin izlettiğiniz bilgisayar görüntülerinden sonra, doğru yanıtın C seçeneği olması gerektiğini düşündüm. Çünkü sıvı tanecikleri arasındaki uzaklık, katılardan biraz fazladır. D seçeneği suyun gaz halindeki molekül görünümüdür. İkinci sınavda C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Bu sorunun doğru yanıtı B olmalı, çünkü buz eridiğinde moleküldeki tanecikler ayrılır ve aralarında biraz boşluk vardır. Ben her iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrencilerin birinci soruya verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde, bazı öğrencilerin erime olayında su molekülündeki hidrojen ve oksijen atomlarının birbirinden ayrılacağı, hidrojen ve oksijen moleküllerinin birbirinden ayrılacağı ya da moleküller arasındaki boşluğun en fazla olacağı şeklinde kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Bir öğrenci madde sıvı halde iken maddeyi oluşturan molekül sayısının, katı haline göre daha fazla olduğunu düşünmektedir. Bu kavram yanlışlığının nedeni katı halden sıvı hale geçen bir maddenin, daha fazla hacme sahip olmasının düşünülmesi, ya da ders kitaplarındaki molekül çizimleri olarak belirlenmiştir. 10 öğrenciden 3'ünde var olan kavram yanlışları, öğretimden sonra bile iyileşmemiştir. 4 öğrencinin kavram yanlışları iyileşirken, 3 öğrenci her iki sınavda da doğru seçeneği işaretlemiştir. Ancak bu öğrencilerden 1'i kavram yanlışlığına sahip olmasına rağmen, doğru yanıtı seçebilmiştir.

2. Sıvı halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hareketinin, gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hareketi ile karşılaştırılmasını gerektiren sorunun doğru yanıtı daha yavaş hareket ederler, yani B seçeneğidir. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Sıvı halde bulunan suyu bir kaptan başka bir kaba koyarken, çok hızlı bir şekilde dökümleriz bu nedenle sıvıyı oluşturan moleküller, gazı oluşturan moleküllerden daha hızlı hareket eder. Ben her iki sınavda A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Ben bir kabın içindeki suyu ve yine bir kabın içindeki gaz maddeyi düşündüm ve suyu oluşturan taneciklerin gazı oluşturan taneciklere göre daha hızlı hareket edeceği sonucuna vardım. Aynı şekilde bir akarsuyu düşündüğümüzde de suyun çok hızlı aktığını görürüz. Ben her iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Sıvı haldeki suyu oluşturan moleküller daha yavaş hareket eder, çünkü gazlar bulunduğu ortama daha kolay yayılabiliyorlardı. Öğretmenimiz derste sınıfın bir köşesine parfüm sıkmış ve koku kısa sürede bütün sınıfa yayılmıştı. Bu nedenle ben her iki sınavda, B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Sıvı haldeki suyu oluşturan moleküller, gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerden daha hızlı hareket eder, seçeneğini işaretledim. Ancak daha yavaş hareket eder olacaktı, ben soruyu yanlış anladığım için yanlış seçeneği işaretlemiş olabilirim. Zaten ilk sınavdan sonra sizinle işlediğimiz dersteki görüntülerde de sıvı haldeki suyun moleküllerinin hareketi, gaz halindeki suyu oluşturan moleküllerin hareketinden daha yavaştı.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Maddenin sıvı halini oluşturan su molekülleri, gaz halini oluşturan su moleküllerinden daha hızlı hareket eder şeklinde düşünüyordum. Bu nedenle ilk sınavda, A seçeneğini işaretlemiştim. Sizinle birlikte işlediğimiz dersten sonra, izlediğim bilgisayar görüntülerinde gaz tanecikleri daha hızlı hareket ediyordu, bu nedenle ikinci sınavda maddenin sıvı halini oluşturan su molekülleri, gaz halini oluşturan su moleküllerinden, daha yavaş hareket eder, B şıkkını seçtim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Maddenin sıvı halini oluşturan su molekülleri, gaz halini oluşturan su moleküllerinden daha yavaş hareket eder çünkü sıvının sıcaklığı 24°C , gazın sıcaklığı 100°C imiş. Sıcaklığı az olan sıvı tanecikleri, sıcaklığı yüksek olan gaz taneciklerine göre daha yavaş hareket eder. Bu nedenle ben iki sınavda da B şıkkını seçtim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Sıvı halde bulunan suyun molekülleri, gaz halinde bulunan suyun moleküllerinden daha yavaş hareket eder. Çünkü gazı oluşturan tanecikler arasındaki boşluk sıvılara göre daha fazla olduğundan, gaz halindeki suyun molekülleri daha hızlı hareket eder.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Bence sıvı haldeki suyun molekülleri, gaz haldeki suyun moleküllerinden daha hızlı hareket eder. Mesela çeşmeden akan su, çok kısa sürede yol alır yani daha hızlı hareket eder bence. Ben her iki sınavda da, A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Ben ilk sınavda sıvı haldeki suyun molekülleri, gaz haldeki suyun moleküllerinden daha hızlı hareket eder, şıkkını işaretlemiştim. Ancak derste izlediğimiz görüntülerde gaz tanecikleri, sıvı taneciklerinden daha hızlı hareket ediyorlardı. İkinci sınavda sıvı haldeki suyun molekülleri, gaz haldeki suyun moleküllerinden daha yavaş hareket eder, B şıkkını işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Sıvıyı oluşturan tanecikler arasındaki boşluk, gazı oluşturan tanecikler arasındaki boşluktan daha azdır. Bu nedenle sıvıyı oluşturan tanecikler, gazı oluşturan taneciklerden daha yavaş hareket eder. Ben iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci yanıtları incelendiğinde üç öğrencinin suyun hareketini gözlemledikleri, gazların hareketini ise gözlemleyemedikleri için, suyu oluşturan taneciklerin daha hızlı hareket ettikleri şeklinde kavram yanılgısına sahip oldukları görülür. Bu üç öğrencinin yanlış kavramı öğretimden sonra bile iyileşmemiştir. Üç öğrenci izledikleri bilgisayar animasyonlarından sonra doğru seçeneği işaretlemiştir. Dört öğrenci ise her iki sınavda doğru yanıtı vermiştir.

3.Hangi olayda su molekülleri büyür? sorusunun doğru yanıtı E, hiçbiri seçeneğidir. Bu soruda öğrencilerin hal değişimi olaylarında, molekül büyüklüğünün değişmediği kavramını, bilip bilmedikleri ölçülmüştür. Öğrencilerin verdiği yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Yoğunlaşma olayında su molekülleri büyür, su gaz halde iken tanecikleri daha az, yoğunlaşarak tanecikler birbirine yaklaşır, bu nedenle su

molekülleri büyür. Tanecikler arasındaki boşluğun azalma nedeni, taneciklerin büyümesidir. Bu nedenle ben iki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Su molekülleri donma, erime, buharlaşma, yoğunlaşmada hiçbir değişikliğe uğramaz, yani büyümmez bence. Çünkü sizinle izlediğimiz bilgisayar görüntülerinde hal değişim olaylarında maddelerin tanecik büyüklüğü değişmiyordu. Ben ikinci sınavda E seçeneğini seçtim, ama ilk sınavda madde eridiğinde moleküllerinin büyüdüğünü düşündüğümünden, B şıkkını seçmiştim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Erime olayında su molekülleri büyür, çünkü katı haldeki buz eridiğinde daha çok yer kaplıyor yani su molekülleri büyüyor. Ben her iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Donma olayında su molekülleri büyür, çünkü katılarda moleküller arasındaki boşluk daha azdır. Boşluğun azalmasının nedeni moleküllerin büyümesi olabilir, şeklinde düşünmüştüm. Bu nedenle ilk sınavda A şıkkını seçmiştim. Ancak şimdi donma olayında moleküllerin büyümediğini, sadece moleküller arasındaki boşluğun azaldığını düşünüyorum. Derste sizin izlettiğiniz bilgisayar görüntülerinden sonra, bunu daha iyi kavradım. İkinci sınavda E seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Donma olayında su molekülleri büyür. Buzdolabına şişenin içinde konulan su, şişeyi çatlatır. Bence bunun sebebi su moleküllerinin büyümesidir. Ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Donma olayında su molekülleri büyür. Bence su donduğunda daha çok yer kaplar, bunun nedeni de taneciklerinin büyümesidir. Ben her iki sınavda da, A şıkkını seçtim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Suyun donmasında moleküller birleşerek donar ve bu nedenle moleküller büyür. Ben iki sınavda da A seçeneğini seçtim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Buz eridiğinde oluşan su daha çok yer kaplıyor, bu nedenle erime olayında moleküller büyür. Benim ilk düşüncem bu şekilde idi ve B şıkkını işaretlemiştim. Ancak sizinle işlediğimiz derste izlediğimiz görüntülerde fiziksel

değişim olaylarında, maddenin taneciklerinde hiçbir değişiklik olmuyordu. İkinci sınavda hiçbirini, E seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Bence donma olayında su molekülleri büyür. Çünkü katı haldeki tanecikler arasında çok az boşluk vardır. Bu boşluğun azalmasının nedeni moleküllerin büyümesidir. Ben iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Bence erime olayında su molekülleri büyür. Buz eridiğinde yayılır, daha çok yer kaplar yani su molekülleri büyür. Ben her iki sınavda da B şıkkını seçtim.

Öğrenci yanıtları incelendiğinde bütün öğrencilerin hal değişim olaylarında, moleküllerin büyüklüğünün değişeceği şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip oldukları görülür. Benzer kavram yanlışlığına Griffiths ve Preston (1992) ve Yezierski (2003)'nin yaptıkları araştırmalarda da rastlanmıştır. Öğrenciler buz eridiğinde daha çok yer kaplaması ya da buzdolabına konulan şişe içindeki suyun hacimce genişmesi gibi maddelerin görülebilen özelliklerinden yola çıkarak, taneciklerinin de büyüdüğü sonucuna varmışlardır. Bu kavram yanlışlığının yedi öğrencide öğretimden sonra bile değişmediği görülmektedir. Yanlış kavramını düzeltebilen öğrenci sayısı ise üçtür.

4. Kapalı bir kap içinde bulunan sıvı amonyak, gaz haline geçtiğinde molekül görünümü nasıl olur? sorusunun doğru yanıtı A seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Madde sıvı halden gaz hale geçerken etrafa dağıldığından, tanecikler birbirinden daha da uzaklaşacak. Ben bu yüzden iki sınavda da D şıkkını işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Madde sıvı halden gaz haline geçtiğinde taneciklerin birbirinden uzaklaşması gerekir, ilk sınavda D şıkkını seçmiştim. Sizinle işlediğimiz derste izlediğimiz hal değişim olaylarında ise maddeyi oluşturan moleküllerin aynen kaldığını, moleküldeki atomların ayrılmadığını öğrendim ve ikinci sınavda A şıkkını seçtim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Buharlaştığında moleküller havaya karışıyor, birbirinden serbest hareket ediyorlar, bu nedenle ilk sınavda tanecikler arasındaki uzaklığın en fazla olduğu D şıkkını işaretledim. Ancak bu şıkta, moleküldeki atomlar birbirinden ayrılmıştı. Sizinle işlediğimiz derste maddenin sıvıdan gaza geçtiğinde, moleküllerinin değişmediğini öğrendim ve ikinci sınavda A şıkkını işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Sıvı halde moleküller arasında biraz boşluk, gaz halde ise daha fazla boşluk olduğu için, A seçeneğini işaretledim. B sıvı amonyak modelinin aynısı olduğundan olamaz. Diğer şıklarda moleküldeki atomlar birbirinden ayrıldığı için olmaz. Bu nedenle ben iki sınavda da A'yı işaretledim.

Öğrenci 5 (7.sınıf) : Ben C seçeneğini seçtim, çünkü gaz halde tanecikler birbirinden ayrı olacak ve ilk sınavda moleküldeki atomların ayrılacağını düşünmüştüm. Sınavdan sonra sizinle derste izlediğimiz bilgisayardaki modellerden fiziksel değişimlerde taneciklerin hiçbir değişime uğramadığını öğrendim. İkinci sınavda A şıkkını işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Bence C seçeneği doğru olmalı, gaz halde moleküller daha çok hareket eder ve molekülleri oluşturan atomlar birbirinden ayrılır. Ben iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Gaz haldeki amonyak moleküllerindeki atomlar, birbirinden ayrılır diye düşündüğüm için ilk sınavda C şıkkını işaretlemiştim. Ancak sizinle işlediğimiz ders sonunda moleküllerin aynen kalacağı, sadece aralarındaki boşluğun artacağını öğrendim ve ikinci sınavda A seçeneğini işaretledim.

Araştırmacı: Sence amonyağın sıvıdan gaz hale geçmesi nasıl bir değişimdir?

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Kimyasal değişimdir bence.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Amonyak gaz hale geçtiğinde, D şıkkındaki gibi olur. Amonyak molekülündeki atomlar ayrılıp birbirinden uzaklaşır. Zaten bu yüzden gazlar etrafa çabuk yayılıyor. Ben iki sınavda da D şıkkını işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Ben ilk sınavda D şıkkını işaretledim, ancak sizinle izlediğimiz derste bilgisayardaki molekül modellerinin fiziksel değişmelerde değişmediğini öğrendim. Buharlaşıma da fiziksel değişim olduğundan, amonyak molekülleri aynen kalır, sadece aralarındaki boşluk en fazla olmalıdır. Bu nedenle ikinci sınavda A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda E seçeneğini işaretlemiştim çünkü gaz halde moleküldeki atomların ayrılacağını, aralarında fazla boşluk olacağını düşünüyordum. Sizinle yaptığımız derste izlediğimiz videolardan, sadece moleküller arasındaki boşluğun artacağını öğrendim. İkinci sınavda A seçeneğini seçtim.

Öğrencilerin soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde, altı öğrencinin amonyak sıvı halden gaz hale geçtiğinde, moleküllerindeki atomların birbirlerinden ayrılacağı yanlış kavramına sahip oldukları görülür. Öğrenciler fiziksel değişimi, kimyasal bir değişim olarak düşünmektedirler ve bu kavram yanılgısı bilgisayar modelleriyle öğretimden sonra iyileştirilmiştir. Üç öğrencinin kavram yanılgıları ise iyileşmemiştir. Sadece bir öğrenci her iki sınavda da doğru yanıtı verebilmiştir.

5. Buharlaşıma yoluyla su sıvı halden gaz hale geçtiğinde enerji ne için kullanılır? sorusunun doğru yanıtı D seçeneğidir. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Enerji moleküldeki hidrojen ve oksijen atomları arasındaki bağları koparmak için kullanılır. Bence su sıvı halden gaz hale geçerken moleküldeki atomlar ayrılır. C şıkkını seçtim, D şıkkı da olabilir diye düşündüm ama hidrojen ve oksijen gaz oldukları için, su sıvı halden gaz hale geçtiğinde oksijen ve hidrojenin ayrılması daha mantıklı geldi. İki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Ben ilk sınavda C seçeneğini işaretlemiştim. Çünkü su sıvı halden gaz hale geçtiğinde hidrojen ve oksijen oluşacağını düşündüm ki hidrojen ve oksijen gaz halindedir. Ancak ikinci sınavda D seçeneğini işaretledim, çünkü derste izlediğimiz görüntülerde sıvı haldeki bir madde gaz hale dönüştüğünde, moleküller arasındaki boşluk artıyordu. O nedenle ikinci sınavda enerji su moleküllerinin diğer su molekülleriyle aralarındaki boşluğu arttırmak için kullanılır, seçeneğini seçtim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Ben ilk sınavda A seçeneğini işaretledim çünkü su gaz haline geçtiğinde hidrojen açığa çıkar şeklinde düşündüm. İkinci sınavda D seçeneğini işaretledim, çünkü derste izlediğimiz görüntülerde, gaz halindeki maddelerin moleküllerinin aralarında çok boşluk vardı. Bu nedenle enerji su moleküllerinin arasındaki boşluğu arttırmak için kullanılmıştır, şıkkını işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Madde sıvı halden gaz hale geçerken moleküller arasındaki boşluk artar, bu nedenle iki sınavda da D şıkkını işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : İlk sınavda enerji moleküller arasında yeni bağlar oluşturmak için kullanılır şeklinde düşünerek, E seçeneğini seçmiştim. Sizinle işlediğimiz derste hal değişimlerinde yeni bir madde oluşmadığını, molekül modellerinin değişmediğini sadece moleküller arasındaki boşluğun değiştiğini izlemiştim. İkinci sınavda enerji moleküllerin diğer moleküllerle arasındaki boşluğu arttırmak için kullanılır, yani D seçeneğini seçtim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Bence enerji moleküllerdeki hidrojen ve oksijen atomları arasındaki bağları kırmak için kullanılır. Su gaz hale geçtiği için böyle düşünüyorum, çünkü hidrojen ve oksijen gazdır. Ben iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Su sıvı halden gaz hale geçtiğinde etrafa daha çok yayılır. Bence enerji moleküldeki hidrojen ve oksijen atomları arasındaki bağları kırmak için kullanılmıştır. Ben iki sınavda da C şıkkını seçtim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Su gaz haline geçerken enerji moleküllerdeki hidrojen ve oksijen atomları arasındaki bağları koparmak için kullanılır çünkü oksijen ve hidrojen gazdır. Bu nedenle iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Su sıvı halden gaz hale geçmiştir ve hidrojen bir gazdır. Bence enerji hidrojen atomları arasındaki bağları koparmak için kullanılır. Bu nedenle iki sınavda da A seçeneğini seçtim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda, enerji moleküldeki oksijen ve hidrojen atomları arasındaki bağları kırmak için kullanılır şıkkını işaretlemiştım. Sizinle

işlediğimiz derste izlediğimiz videolarda, hal değişimlerinde moleküllerde değişiklik olmadığını gördüm. İkinci sınavda moleküller arasındaki boşluğu arttırmak için kullanılır, yani D şıkkını işaretledim.

Öğrencilerin soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde, dokuz öğrencinin su sıvı halden gaz hale geçerken, enerjinin moleküldeki atomlar arasındaki bağları koparmak için kullanıldığı şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip oldukları görülür. Öğrenciler suyun oksijen ve hidrojenden oluştuğunu, su gaz haline geçtiğinde ise bu iki gazın ayrı ayrı bulunacağını düşünmektedirler. Aynı öğrenciler benzer şekilde, hal değişim olaylarında maddeleri oluşturan moleküllerdeki atomların ayrılacağı yanlış kavramına sahiptirler. Dört öğrencinin kavram yanlışları bilgisayar modelleriyle yapılan öğretimden sonra iyileşirken, beş öğrencinin kavram yanlışlarında iyileşme olmamıştır. Sadece bir öğrenci kavram yanlışlığına sahip değildir.

6. Gaz halde bulunan suyu oluşturan molekülün, katı halde bulunan suyu oluşturan molekül ile büyüklük ve kütle açısından karşılaştırılması istenen sorunun, doğru yanıtı aynı ağırlıktadır, yani E seçeneğidir. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Gaz halde bulunan suyun molekülü, katı halde bulunan suyun molekülünden daha hafiftir. Çünkü maddenin gaz halinde, katı haline göre daha az sayıda molekül bulunur. Ben iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Gaz halindeki suyun molekülleri, katı haldeki suyun moleküllerinden daha hafiftir. Katı haldeki bir maddenin ağırlığını ölçebiliriz ama gaz haldeki bir maddenin ağırlığını ölçemeyiz. Ben ilk sınavda B şıkkını seçmiştim. Sizinle işlediğimiz derste ise gazların da kütlelerinin olduğunu ve madde hal değiştirdiğinde moleküllerin kütlelerinde bir değişiklik olmadığını öğrendim. İkinci sınavda E şıkkını işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf): Gaz halindeyken maddeler doğaya yayılır. Su sıvı haldeyken mesela dereye akan suyun ağırlığını ölçebiliriz. Gazların ağırlığını ölçemeyiz. Gaz halindeki suda bulunan molekül, sıvı haldeki suda bulunan molekülden daha hafiftir. Ben iki sınavda da, B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf): İlk sınavda gaz haldeki suda bulunan molekül, katı haldeki suda bulunan molekülden daha hafiftir, B seçeneğini işaretlemiştim. Sizinle birlikte işlediğimiz dersten sonra, ağırlıklarının aynı olduğunu düşünüyorum. Aynı maddenin katı ve gaz halinde sadece moleküller arasındaki boşluk farklıdır. Bu nedenle ikinci sınavda E seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Katıların belli bir hacmi ve kütlesi vardır ama gazların belli bir hacmi ve kütlesi yoktur. Katı maddeleri görebiliyoruz, ama gazları göremiyoruz. Bu nedenle gaz haldeki maddede bulunan bir su molekülü, katı haldeki maddede bulunan bir su molekülünden daha hafiftir. Ben iki sınavda da B seçeneğini seçtim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Gaz haldeki suyu oluşturan molekül, katı haldeki suyu oluşturan molekülden daha küçüktür. Çünkü gazlar gözle görülemiyorlar, onları sadece hissedebiliyoruz. Ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Gazlar katılardan daha hafif olduğundan, gaz haldeki suyu oluşturan su molekülü, katı haldeki buz oluşturan su molekülünden daha küçüktür. Ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 8 (7.sınıf) : İlk sınavda gazlar katılardan daha hafif olduğundan, molekülleri de daha hafiftir şeklinde düşünmüştüm ve B şıkkını işaretlemiştim. Beraber işlediğimiz derste izlediğimiz görüntülerden öğrendiğim ise, aynı ağırlıkta oldukları yani farklı haldeki aynı maddenin molekülleri aynı ağırlıktadır. Bu nedenle ikinci sınavda E şıkkını işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Bence gazlar katılardan daha hafif ve gaz haldeki suyu oluşturan molekül de, katı haldeki suyu oluşturan molekülden daha hafiftir. Ben iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Gazlar katılardan daha hafif olduğundan gaz haldeki suyu oluşturan molekül, katı haldeki suyu oluşturan molekülden daha küçüktür. Ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrencilerin soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde, bütün öğrencilerin gaz haldeki suyu oluşturan bir su molekülünün, katı haldeki suyu oluşturan bir su molekülünden daha hafif olduğu şeklinde bir kavram yanılgısına sahip oldukları görülür. Öğrenciler gazlar katılardan daha hafif olduğundan ya da gazlarda daha az tanecik bulunduğundan, bu yanıtı verdiklerini ifade etmişlerdir. Öğretimden sonra bile yedi öğrencinin bu kavram yanılgılarında değişiklik olmamış, sadece üç öğrencinin kavram yanılgısında iyileşme gözlenmiştir.

Ders kitaplarındaki çizimlerde gazlar modellenirken, daha az sayıda tanecik gösterilmesi, öğrencilerin gazların daha az tanecik içerdiklerini düşünmelerine neden olmaktadır. Tanecikler arasındaki boşluğun artmasından dolayı gaz maddelerin modellerinde daha az tanecikle ifade edildiği, öğrencilere açık bir şekilde anlatılmalıdır. Öğrenciler gazları gözlemleyemediklerinden kütesinin olmadığını düşünmektedirler.

7. Su buharlaştığında aşağıdakilerden hangisine dönüşür? sorusunda öğrencilerden suyun sıvı halden gaz hale geçmesi durumunda, gerçekleşen değişimi tam olarak kavrayıp kavrayamadıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Sorunun doğru yanıtı C seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Su molekülleri iki hidrojen ve bir oksijenden oluşur. Su buharlaştığında, moleküllerdeki hidrojen ve oksijen birbirinden ayrılır. Yani su buharlaştığında, oksijen ve hidrojene dönüşür. Ben iki sınavda da bu şekilde düşündüğüm için, A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Su buharlaştığında, ısı alarak su buharına dönüşür. Ben iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Su buharlaştığında su buharına dönüşür. Örneğin çaydanlıkta kaynayan su, buharlaşıp çaydanlıktan buhar çıkar. İki sınavda da C şıkkını işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Su buharlaştığında su buharına dönüşür. Su buharı tanımını, öğretmenimizle sınıfta yaptığımız deneylerde de kullanmıştık. Bu nedenle iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Su buharlaştığında hava, hidrojen ve oksijene dönüşür. Çünkü su buharlaştığında gaz haline geçiyor hava, hidrojen ve oksijen de gaz halinde olduklarından, ben iki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Su buharlaştığında buharı havaya karıştır, yani hidrojen ve oksijene dönüşür. Ben iki sınavda da bu şekilde düşünerek, A seçeneğini seçtim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Su buharlaştığında su buharına dönüşür. Yemek pişirirken tencerenin kapağının iç yüzünde biriken damlalar, su buharıdır. Ben iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Su buharlaştığında gaz hale geçtiğinden, hidrojen ve oksijene dönüşür çünkü hidrojen ve oksijen gazdır. Ben iki sınavda da böyle düşündüğümünden, A şıkkını işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Su buharlaştığında hava, hidrojen ve oksijene dönüşür. Çünkü buharlaşan su havaya karıştır. Hava da bir gaz karışımı olduğuna göre su da buharlaştığında gaza dönüşmüştür. Ben iki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda su buharlaştığında hidrojen ve oksijene dönüşür şıkkını seçmiştim. Sizinle birlikte işlediğimiz derste buharlaşma olayında moleküldeki atomların ayrılmadığını, görüntülerde izlemiştim. İkinci sınavda su buharı, yani C şıkkını işaretledim.

Öğrenci yanıtlarına göre su buharı ifadesindeki su kelimesi, öğrencilere su yani sıvı çağrışımı yapmaktadır. Öğrenciler su buharlaştığında gaza dönüşüyor öyleyse hidrojene, oksijene ya da havaya dönüşür şeklinde bir kavram yanılgısı içindedirler. Üç öğrenci doğru yanıtı verebilmiştir. Öğretimden sonra kavram yanılgısı içinde olan öğrencilerden altısının kavram yanılgılarında iyileşme olmazken, sadece bir öğrenci öğretimden sonra doğru kavram geliştirebilmiştir.

8. Kaynayan bir kap sıcak su üzerinde oluşan kabarcıkların yapısında ne olduğunun sorulduğu sorunun doğru yanıtı, D seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Su buharlaşırken ısı alır, bu nedenle görünen kabarcıkların yapısında ısı vardır. Ben iki sınavda da böyle düşünerek A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Kabarcıkların oluşma nedeni ısıdır ve kabarcıkların yapısında da ısı vardır. Atomlar ısı aldığıında aralarındaki mesafe artıyor yani atomlar da ısınıyor. Ben iki sınavda da, A şıkkını işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Kabarcıkların yapısında su buharı vardır. Çünkü su buharlaşır ve kabarcıkları oluşturur. Ben iki sınavda da D şıkkını işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Kabarcıkların yapısında hidrojen ve oksijen gazı vardır. Çünkü su hidrojen ve oksijenden oluşmuştur ve su moleküllerindeki oksijen ve hidrojen atomları, gaz haline geçmek için birbirinden ayrılır. Ben iki sınavda da böyle düşündüğüm için, C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Kabarcıklar içinde hava vardır. Çünkü ısı taneciklere daha çok enerji verir ve tanecikler birbirinden ayrılır. Böylece tanecikler arasındaki hava, baloncuklar şeklinde serbest kalır. Ben iki sınavda da, B seçeneğini seçtim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Kabarcıkların içinde hidrojen ve oksijen vardır. Çünkü su buharlaşarak gaz halindeki hidrojen ve oksijene dönüşür. Ben iki sınavda da, C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Kabarcıkların yapısında hidrojen ve oksijen vardır, çünkü su hidrojen ve oksijenden oluşur ve su moleküllerindeki oksijen ve hidrojen atomları, gaz haline geçmek için birbirinden ayrılır. Ben iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Su kaynarken gördüğümüz kabarcıkların yapısında, hava vardır. Çünkü ısı taneciklere daha çok enerji verir ve tanecikler birbirinden ayrılır. Böylece tanecikler arasındaki hava baloncuklar şeklinde serbest kalır, kabarcıklar patlar ve havaya karışır. Ben iki sınavda da bu şekilde düşünerek, B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Kabarcıkların yapısında hidrojen ve oksijen vardır. Zaten su da hidrojen ve oksijenden oluşur. Ben iki sınavda da, C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda kabarcıkların içinde hidrojen ve oksijen olduğunu düşünmüştüm. Beraber işlediğimiz dersten sonra, su buharlaştığında moleküldeki atomların ayrılmadığını, gördüm. İkinci sınavda bu kabarcıkların su buharından oluştuğunu belirten, D seçeneğini işaretledim.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlardan, su kaynarken oluşan kabarcıkların hava ya da hidrojen ve oksijen olduğu şeklinde kavram yanlışlarına sahip oldukları görülür. Hava olduğunu düşünen öğrencilerin günlük hayatta sıkça kullanılan hava kabarcıkları ifadesinden dolayı, yanlış bir kavram oluşturdıkları söylenebilir. Su buharlaştığında hidrojen ve oksijene dönüşür şeklinde kavram yanlışına sahip öğrenciler, su moleküllerindeki oksijen ve hidrojen atomlarının gaz haline geçmek için birbirinden ayrıldıklarını düşünmektedirler. Öğretimden sonra bir öğrenci yanlış kavramını düzeltebilmiştir. Bir öğrenci ise kavram yanlışına sahip değildir. Sekiz öğrencinin kavram yanlışları bilgisayar modelleri ile öğretimden sonra bile iyileşmemiştir.

9. Bir kapta hızla kaynamaya başlayan suyun üzerine cam bir kapak yerleştirilir ve kapağın iç yüzünde su damlaları oluşmaya başlar. Ne olmuştur? şeklindeki sorunun doğru yanıtı B seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Bu olayda tıpkı koşan bir insanın terlemesi gibi kapağın da terlemiş olabileceğini düşünmüştüm. Aslında o anda çok düşünmeden bu cevabı (A şikkını) verdim. Ancak sizinle birlikte derste izlediğimiz görüntülerde, yoğunlaşma olayında, oluşan gaz halindeki buharın, daha soğuk olan kapağa değdiğinde yoğunlaşarak damlacıklar oluşturduğunu öğrendim. Yağmurun oluşumunu da aynı şekilde açıklamıştık. İkinci sınavda B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Buhar soğumuş ve su moleküllerine dönüşmüştür. Cam kapak soğuk olduğundan, su molekülleri cam kapağa çarpıp yoğunlaşmıştır. Ben iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Kabın içindeki hava ile su buharı birleşerek su damlalarını oluşturmuştur, yani buhar havayla birleşmiş ve kapağın alt yüzünü ıslatmıştır. Su ısınınca oluşan buharın tekrar soğuyacağını düşünmüyorum. Bu nedenle iki sınavda da E seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : İlk olarak su kaynayıp su buharına dönüşüyor, cam kapak soğuk olduğundan su buharı yoğunlaşarak, su damlalarına dönüşüyor. Yağmurun oluşumunu da aynı şekilde açıklayabiliriz. Bu nedenle ben iki sınavda da, B şıkkını seçtim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Buhar soğumuş ve su moleküllerine dönüşerek kapağın iç yüzeyine taşınmıştır, bu olay yoğuşmadır. Ben iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Hava ile buhar kabın içinde birleşerek, kapakta su damlalarını oluşturmuştur. Ben iki sınavda da bu şekilde düşündüğümünden, E şıkkını seçtim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Buhar havayla birleşmiş ve kapağın alt yüzünü ıslatmıştır. Ben iki sınavda da E seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Su kaynarken gördüğümüz kabarcıkların yapısındaki hava su buharı ile birleşerek, kapağa taşınmış ve su damlalarını oluşturmuştur. Ben iki sınavda da böyle düşünerek, E şıkkını işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Su kaynayınca oluşan kabarcıklardaki hidrojen ve oksijen gazı birleşerek, kapakta suyu oluşturmuştur. Ben iki sınavda bu şekilde düşündüğümünden D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda hidrojen ve oksijen birleşerek kapağın iç yüzeyinde su damlalarını oluşturur, yani D seçeneğini işaretlemiştim. Sizinle işlediğimiz derste izlediğimiz videolarda, kabarcıkların su buharı olduğunu, su buharının soğuyarak tekrar suya dönüştüğünü yani yoğunlaşma olayını daha iyi kavradım. İkinci sınavda, B seçeneğini işaretledim.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlardan anlaşılacağı üzere, kabarcıkların yapısında hava olduğunu düşünenler, hava ile su buharının birleşerek su damlalarını oluşturduğu yanlış kavramına sahiptirler. Kabarcıkların hidrojen ve oksijenden oluştuğunu düşünen öğrenciler ise hidrojen ve oksijenin birleşerek kapakta su damlalarını oluşturduğu yanlış kavramına sahiptirler. Öğrencilerdeki kavram yanlışları iki öğrenci dışında öğretimden

sonra bile değişmemiştir. Üç öğrenci yoğunlaşma olayını doğru bir şekilde ifade edebilmişlerdir.

10. Sıvı haldeki suyu oluşturan moleküllerin hareketinin, katı haldeki suyu oluşturan moleküllerin hareketi ile karşılaştırılmasının istendiği sorunun, doğru yanıtı A seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Sıvı haldeki suyu oluşturan taneciklerin arasında, katı haldeki suyu oluşturan taneciklerin arasındaki boşluğa göre, daha çok boşluk olduğundan, suda bulunan tanecikler katıda bulunan taneciklerden daha hızlı hareket ederler. Ben iki sınavda da, A şıkkını işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Sıvılar akışkan olduğu için, sıvı haldeki suyu oluşturan moleküller, katı haldeki suyu oluşturan moleküllerden daha hızlı hareket ederler. Bu nedenle iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Sıvılar akabilir bu nedenle sıvı haldeki suyu oluşturan moleküller, katı haldeki suyu oluşturan moleküllerden daha hızlı hareket ederler. Ben iki sınavda da A şıkkını seçtim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Sıvı halde bulunan suyu oluşturan moleküller arasındaki boşluk, katı haldeki suyu oluşturan moleküller arasındaki boşluktan daha fazladır. Bu nedenle suyu oluşturan moleküller, buz oluşturan moleküllerden daha hızlı hareket eder. Ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Sıvı haldeki maddeyi oluşturan moleküller, katı haldeki maddeyi oluşturan moleküllerden daha hızlı hareket eder. Çünkü sıvı donduğunda moleküller birbirine çok yaklaşır ve hareketleri azalır. Bu nedenle iki sınavda da, A şıkkını seçtim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Sıvı haldeki madde 24°C, katı halde bulunan madde 0°C olduğundan, daha sıcak olan sıvının molekülleri, katının moleküllerinden daha hızlı hareket eder. Bu nedenle ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : 24°C , 0°C 'ye göre daha fazla ısıdır. Bu nedenle sıvı halde bulunan suyun molekülleri, katı halde bulunan suyun moleküllerinden daha hızlı hareket eder. Ben bu nedenle iki sınavda da, A şıkkını seçtim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Sıvılar akabilir ancak katılar akamaz bu nedenle sıvı haldeki suyu oluşturan moleküller, katı haldeki suyu oluşturan moleküllerden daha hızlıdır. Ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Sıvı haldeki maddeyi oluşturan moleküller arasında daha çok boşluk vardır, katı haldeki maddeyi oluşturan moleküller arasında çok az boşluk vardır. Bu nedenle sıvının molekülleri katının moleküllerinden daha hızlı hareket eder. Ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Sıvı maddeler akabilirler, katılar ise akamaz. Bence su molekülleri, buz moleküllerinden daha hızlı hareket eder. Bu nedenle iki sınavda da A şıkkını işaretledim.

Öğrenci yanıtları incelendiğinde, suyun akmasını gözlemleyen tüm öğrencilerin, sıvı hali oluşturan su moleküllerinin hareketinin, katı halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hareketinden hızlı olacağını, ifade ettikleri görülür. Bazı öğrenciler ise moleküller arasındaki boşluk kavramını kullanarak, doğru cevabı vermişlerdir. Öğrenciler maddenin görülebilen özelliklerini, görülemeyen parçacıklı yapıya uyarlama eğiliminde olduklarından, bu soruda kavram yanılgısı oluşturmamışlardır.

11. Yıkandıktan sonra mutfak tezgahına bırakılan tabağın kısa sürede kurumasının nedeninin, sorulduğu sorunun doğru yanıtı C seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Su molekülleri buharlaşarak gaz halinde havaya karışmıştır. Ben iki sınavda da bu şekilde düşünerek, C şıkkını işaretledim. Öğrenci yedinci soruda su buharlaştığında gaza dönüşeceği için hidrojen ve oksijene dönüşür yanlış yanıtını vermesine rağmen, bu soruda su molekülleri gaz halinde havaya karışır yanıtını verebilmiştir. Bunun nedeninin ise yanıtta geçen gaz kelimesi olduğu söylenebilir.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Tabaktaki su damlaları hidrojen ve oksijene dönüşerek havaya karışmıştır. İlk sınavda su hidrojen ve oksijenden oluştuğu için bu şekilde düşünerek E seçeneğini işaretlemiştim. Ancak sizinle işlediğimiz dersteki bilgisayarda izlediğimiz modellerde, su molekülleri buharlaşma olayında hiçbir değişime uğramadan havaya gaz halinde karışıyordu. İkinci sınavda su molekülleri gaz halinde havaya karışmıştır, yani C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Su molekülleri kısa sürede kuruyup kaybolmuş ve tabak kurumuştur. Ben B ve C şıkları arasında kaldım, B daha doğru geldiği için, her iki sınavda da B'yi işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : İlk sınavda su damlaları havadaki hidrojen ve oksijene dönüşmüştür, yani E seçeneğini işaretlemiştim. Ancak şimdi su damlaları gaz halinde havaya karışmıştır, yanıtının doğru olduğunu düşünüyorum ve ikinci sınavda da C seçeneğini işaretledim. Çünkü sizinle beraber derste izlediğimiz görüntülerde, suyun buharlaşmasında moleküldeki atomlar birbirinden ayrılmıyor, sadece moleküller arasındaki uzaklık değişiyordu.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Su molekülleri buharlaşarak gaz halinde havaya karışmıştır. Tabak böylece kurumuştur. Ben iki sınavda da C şikkını işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Su damlaları havadaki hidrojen ve oksijene dönüşmüştür. Yani su havaya karışmıştır. Ben ilk sınavda böyle düşünmüştüm. İkinci sınavda sizinle işlediğimiz dersten sonra, su molekülleri gaz halinde havaya karışmıştır yani C seçeneğini işaretledim. İzlediğimiz görüntülerde su buharlaştığında, su moleküllerindeki hidrojen ve oksijenin ayrılmadığını görmüştüm.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Tabak kurduğuna göre, su molekülleri gaz halinde havaya karışmıştır. Ben iki sınavda da C şikkını işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Tabağın kısa sürede kurumasının nedeni su damlalarının havadaki hidrojen ve oksijene dönüşmesidir bence. Su hidrojen ve oksijenden oluştuğuna göre, tabaktaki su gözümüzle göremediğimiz bu gazlara dönüşerek, havaya karışmıştır. Ben iki sınavda da E seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : İlk sınavda su damlalarının havadaki oksijen ve hidrojene dönüştüğünü düşünmüştüm. Beraber işlediğimiz derste, buharlaşma gibi hal değişimlerinde maddeyi oluşturan moleküldeki atomların ayrılmadığını, izlediğim görüntülerden öğrendim. İkinci sınavda su molekülleri gaz halinde havaya karışmıştır, seçeneği olan C'yi işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda su kısa sürede kurumuş ve kaybolmuştur, seçeneği bana mantıklı gelmişti. Ancak beraber işlediğimiz derste izlediğim görüntülerde, fiziksel değişimlerde moleküllerin hiç değişime uğramadığını gördüm. Bu nedenle ikinci sınavda su molekülleri gaz halinde havaya karışmıştır, seçeneğini yani C'yi seçtim.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlara göre; buharlaşma olayında suyun gaza dönüşmesinin, öğrenciler tarafından su damlalarının hidrojen ve oksijen olarak havaya karışması şeklinde, yanlış kavrandığı sonucuna varılabilir. Beş öğrencinin kavram yanlışlarını, bilgisayar modellerine dayalı aktivitelerden sonra giderdikleri görülmektedir. İki öğrenci ise kavram yanlışlarını öğretimden sonra bile değiştirememiştir. Üç öğrenci bu soruyu doğru yanıtlamıştır.

12. Öğrencilere verilen olayların hangisinde ısı enerjisinin kullanılmadığının sorulduğu sorunun, doğru yanıtı D seçeneğidir. Soruya öğrenciler tarafından verilen yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Dondurmanın erimesi, buzun erimesi, suyun kaynaması ve buharlaşması olaylarında enerji kullanılır, ancak suyun yoğunlaşmasında enerji kullanılmaz. Ben iki sınavda da, D şıkkını işaretledim.

Öğrenci 2 (7.sınıf) : Suyun buharlaşması, kaynaması, buzun erimesinde ısı kullanılır ancak suyun yoğunlaşmasında su soğuk bir ortamla temas ettiğinden, ısı kullanılmaz. Ben bu nedenle iki sınavda da D seçeneğini seçtim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Suyun yoğunlaşmasında ısı enerjisi kullanılmaz. Diğer olayların hepsinde enerji kullanılır. Ben bu şekilde düşünerek, iki sınavda da D'yi işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Suyun yoğunlaşmasında ısı enerjisi kullanılmaz. Diğer olayların hepsinde enerji kullanılır. Ben iki sınavda da, D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Suyun yoğunlaşmasında ısı enerjisi kullanılmıyor, tam tersi ısınan su soğuk bir ortamla karşılaştığında yoğunlaşma gerçekleşiyor. Ben bu nedenle iki sınavda da D şıkkını işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Suyun yoğunlaşmasında ısı enerjisi kullanılmaz, ama diğer şıklardaki olaylarda ısı enerjisi kullanılır. Ben iki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Suyun buharlaşması, erimesi ve kaynamasında ısı enerjisi kullanılır ama suyun yoğunlaşmasında ısı kullanılmaz. Bu nedenle iki sınavda da D'yi işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Suyun yoğunlaşmasında enerji kullanılmaz. Diğer olaylarda enerji kullanılır. Bu nedenle iki sınavda da D şıkkını seçtim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Suyun yoğunlaşması olmalı, doğru seçenek bence. İki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Suyun yoğunlaşmasında ısı kullanılmaz. Diğer şıklarda ısı kullanılır. İki sınavda da D şıkkını seçtim.

Öğrencilerin yanıtları incelendiğinde günlük hayatlarında karşılaştıkları olaylar şıklarda karşılına çıktığı için, bu soruda doğru yanıt verdikleri görülmektedir. Buharlaşma, erime, kaynama olaylarının ısı ile gerçekleştiğini gözlemleyen öğrenciler, yoğunlaşma olayında enerji kullanılmadığı sonucuna kolayca varmışlardır.

13. Moleküllerin hangi olayda küçüldüğünün sorulduğu sorunun, doğru yanıtı E seçeneği yani hiçbiridir. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Moleküller buharlaştığında daha da küçülür. Moleküller küçüldükleri için birbirlerinden uzaklaşmış, aralarındaki boşluk ta artmış olur. Donmada

tanecikler büyürler ve büyüdüğü için de birbirlerine yaklaşırlar. Ben iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : İlk sınavda moleküller buharlaşma olayında küçülürler, şeklinde düşünüyordum. Ancak beraber işlediğimiz derste, fiziksel değişimlerde moleküllerin yapısında değişiklik olamayacağını öğrendim. İkinci sınavda hiçbirini seçeneğini, yani E'yi işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Donma olayında katı halde bulunduğu için, moleküller büyür. Erime de moleküller etrafa yayılıyor, yani moleküller büyüyor. Suyu buzdolabına koyup dondurduğumuzda, molekülleri büyür. Bence moleküller buharlaşma olayında küçülürler. Ben bu şekilde düşünerek, iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : İlk sınavda donma olayında moleküller küçülür, seçeneğini seçmiştim. Moleküller arasındaki boşluk azaldığından, moleküller küçülür şeklinde düşünmüştüm. Ancak sizinle derste izlediğimiz videolardan sonra, fiziksel değişimlerde moleküllerin değişmediğini, sadece aralarındaki boşluğun değiştiğini öğrendim. İkinci sınavda hiçbirini yani E şıkkını seçtim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Donma olayında moleküller küçülür. İlk sınavda sıvı halden katı hale geçerken moleküller birleşip sıkıştıkları için, küçülürler diye düşündüm. Şimdi ise ikinci sınavda işaretlediğim gibi, bu olayların hiçbirinde moleküllerin küçülmeyeceğini düşünüyorum. Derste izlediğimiz görüntülerde de, hal değişim olaylarında moleküllerin büyüklüklerinde değişiklik gözlememiştik.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Bu olayların hiçbirinde moleküller küçülmez. Bu olayların hepsi fiziksel değişimdir ve fiziksel değişimlerde moleküllerin büyüklüğü değişmez. Ben iki sınavda da E şıkkını işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Buharlaşma olayında moleküller küçülürler. Donma olayında moleküller büyük olur, erime de orta büyüklükte olurlar. Bu nedenle ben iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : İlk sınavda moleküllerin buharlaşma olayında küçüleceğini düşünerek, hareket etmiştim. Ancak sizinle izlediğimiz videolarda, fiziksel değişmelerde molekül modellerinde hiçbir değişiklik olmuyor, sadece aralarındaki boşluk değişiyordu. Bu yüzden ikinci sınavda hiçbirini seçeneğini seçtim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Bence buharlaşma olayında moleküller küçülürler. Küçülen moleküller etrafa kolayca dağılırlar. Bu nedenle iki sınavda da, C şıkkını seçtim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda buharlaşma olayında moleküllerin küçüldüğünü düşünüyordum. Çünkü moleküller küçülünce her yere yayılabilirler. Ancak sizinle işlediğimiz derste, fiziksel değişme olaylarında moleküllerin değişmeyeceğini izleyerek öğrendim ve ikinci sınavda hiçbirini seçeneğini işaretledim.

Öğrencilerin yanıtları incelendiğinde, çoğunun buharlaşma olayında su moleküllerinin küçüleceği şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip oldukları görülür. Bu kavram yanlışlığının nedeni, öğrencilerin gözlemleyemedikleri gaz moleküllerinin etrafa çok çabuk yayılmasının, moleküllerin küçülmesi ile sağlanabileceğini düşünmelerinden kaynaklanmaktadır. Beş öğrenci modele dayalı aktivitelerde izledikleri bilgisayar modellerinden yola çıkarak, kavram yanlışlıklarını iyileştirmişlerdir. Dört öğrencinin kavram yanlışlarında öğretimden sonra bile değişiklik olmazken, bir öğrenci doğru yanıt vermiştir.

14. Sıvı haldeki sudan oksijen ve hidrojen gazları, hangi olay sonucunda oluşur? şeklindeki sorunun doğru yanıtı, B seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : İlk sınavda buharlaşma olayında, sudan oksijen ve hidrojen oluştuğunu düşünmüştüm. Çünkü su hidrojen ve oksijenden oluşur. Sizinle derste izlediğimiz görüntülerde, hal değişimlerinde molekül modellerindeki moleküllerin aynen kaldığını gördüm. İkinci sınavda bozunma, yani maddenin kendini oluşturan atom ya da moleküllere ayrılması, şıkkını işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Oksijen ve hidrojenin birleşerek suyu oluşturduğunu biliyorum. Sudan oksijen ve hidrojen, maddenin kendini oluşturan atom ya da

moleküllere ayrılması yani bozunmayla oluşmuştur bence. Bu nedenle iki sınavda da B'yi işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Sıvı haldeki su buharlaşma sonucunda hidrojen ve oksijen gazlarına dönüşür bence. Çünkü su buharlaştığında gaz haline geçiyor ve hidrojen, oksijen gaz halindedir. Bu şekilde düşünerek iki sınavda da A şıkkını işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Sıvı halde bulunan su moleküllerindeki hidrojen ve oksijen bozunma ile, yani maddenin kendini oluşturan atom ya da moleküllere ayrılması sonucu oluşur. Ben iki sınavda da B seçeneğini seçtim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Sıvı haldeki sudan hidrojen ve oksijen bozunma, yani maddenin kendini oluşturan atomlara ayrılması olayı ile oluşmuş olabilir. Ben iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Buharlaşma olayı ile su hidrojen ve oksijene dönüşür. Çünkü hidrojen ve oksijen gazdır, su da buharlaştıncaya gaza dönüşür. Ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Buharlaşma ile sıvı haldeki sudan, hidrojen ve oksijen oluşur. Mesela yemeği pişirirken buharlaşan su, havada gaz halindeki hidrojen ve oksijene dönüşür. Ben böyle düşündüğüm için iki sınavda da A şıkkını seçtim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : İlk sınavda sıvı haldeki sudan hidrojen ve oksijen buharlaşma ile oluşur seçeneğini işaretlemiştim, ancak beraber işlediğimiz derste izlediğimiz videolardaki modellerde, hiçbir hal değişim olayında maddenin moleküllerindeki atomlar birbirinden ayrılmıyordu. İkinci sınavda bozunma cevabını seçtim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Bence buharlaşma olayında su gaza, yani hidrojen ve oksijene dönüşmektedir. Bu nedenle iki sınavda da A şıkkını işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk olarak buharlaşma olayında, sudan hidrojen ve oksijen gazları oluştuğunu düşünmüştüm. Beraber işlediğimiz derste ise fiziksel

değişmelerde maddelerin tanecik yapısının değişmediğini görmüştük. İkinci sınavda bozunma, yani maddenin kendini oluşturan atomlara ayrışması seçeneğini işaretledim.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlar incelendiğinde, çoğu öğrencinin buharlaşma olayı ile sudan hidrojen ve oksijen gazlarının oluştuğu şeklinde, bir kavram yanlışlığına sahip oldukları görülür. Bu öğrenciler su buharlaştığında gaz hale geçer, oksijen ve hidrojen de gaz halinde olduğundan, su buharlaşarak bu iki gaza dönüşmüş olabilir düşüncesine sahiptirler. Üç öğrenci modele dayalı öğretimden sonra doğru kavramı oluştururken, dört öğrencinin kavram yanlışlarında bir iyileşme olmamıştır. Üç öğrenci ise bu soruya bozunma doğru yanıtını verebilmiştir.

15. 25°C’de bulunan su, ısıtılıp 110°C’de gaz haline dönüştüğünde su moleküllerinin hareketinin nasıl olacağının, sorulduğu sorunun doğru yanıtı B seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Su gaz haline geçtiğinde, su molekülleri birbirinden uzaklaşarak hareket ederler. Ben bu şekilde düşündüğüm için iki sınavda da, B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Su 110°C’de gaz haline geçtiğinde, moleküller birbirinden uzaklaşır. Bu nedenle iki sınavda da B şıkkını seçtim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Ben ilk sınavda daha düzenli bir hale gelirler, yani A seçeneğini seçmiştim, ancak beraber işlediğimiz derste gaz maddelerin moleküllerinin birbirinden uzaklaşarak hareket ettiklerini, bunun da düzensiz hale gelmeleri demek olduğunu öğrendim. İkinci sınavda B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Su gaz haline dönüştüğünde, moleküller arasındaki uzaklık artar ve birbirlerinden uzaklaşarak hareket ederler. Ben iki sınavda da B şıkkını işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Su ısıtılıp gaz haline geçtiğinde, molekülleri birbirinden uzaklaşarak hareket eder. Sınıfın bir köşesinde sıkılan parfüm kokusu bütün odayı

kaplar, bunun nedeni de moleküllerin birbirlerinden uzaklaşarak hareket etmeleridir. Ben bu şekilde düşünerek, iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Su ısıtılınca gaz haline dönüşür ve gazların molekülleri birbirlerinden uzaklaşarak hareket ederler. Ben iki sınavda da B şıkkını seçtim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Gaz halindeki suyun molekülleri, sıvı halde bulunan suyun moleküllerinden daha yavaş hareket eder. Örneğin, suyun akışını düşünürsek sıvıların gazlara göre çok daha hızlı hareket ettiklerini söyleyebiliriz. Ben bu nedenle iki sınavda da E seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Gaz maddenin molekülleri arasındaki uzaklık, sıvı maddenin molekülleri arasındaki uzaklıktan fazla olduğu için, gaz maddenin molekülleri birbirinden uzaklaşarak hareket eder. Ben iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Gaz halindeki maddenin molekülleri, birbirinden uzaklaşarak hareket eder. Bu nedenle iki sınavda da B'yi işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Ben ilk sınavda daha düzenli bir hale gelirler, demiştim. Ancak sizinle işlediğimiz derste izlediğimiz görüntülerde, gaz maddelerin molekülleri arasında çok boşluk vardı ve birbirlerinden uzaklaşarak hareket ediyorlardı. İkinci sınavda uzaklaşarak hareket ederler, yani B şıkkını seçtim.

Öğrencilerin soruya verdikleri yanıtlar genel olarak, gaz maddenin moleküllerinin hareketi ile ilgili kavram yanlışlarının olmadığını göstermektedir. Üç öğrenci ilk sınavda yanlış cevap vermiş, ikinci sınavda modele dayalı öğretimin etkisi ile iki öğrencinin kavram yanlışları iyileşirken sadece bir öğrencinin yanlış kavramı değişmemiştir. Bu soruda da öğrenciler günlük hayatta gözlemledikleri gaz halindeki maddelerin kokularının çabuk yayılması olayından yola çıkarak, gaz haldeki maddelerin moleküllerinin, sıvı haldeki maddelerin moleküllerinden daha hızlı hareket edeceği sonucuna ulaşabilmişlerdir.

16. Saf haldeki oksijen gazı örneğinde oksijen moleküllerinin arasında ne vardır? sorusunun doğru yanıtı D seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Oksijen moleküllerinin arasında boşluk vardır. Ben iki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Oksijen bir gazdır ve gaz molekülleri arasında oldukça fazla boşluk vardır. Ben iki sınavda da D şıkkını işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Ben ilk sınavda oksijen moleküllerinin arasında hava vardır, şeklinde düşünmüştüm. Ancak beraber işlediğimiz derste izlediğimiz bilgisayar modellerinde, moleküllerin arasında boşluk olduğunu öğrendim. İkinci sınavda boşluk vardır, yani D yanıtını işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Gazların molekülleri arasında boşluk vardır. Aynı şekilde katı ve sıvıları oluşturan moleküllerin arasında da boşluk vardır. Ben iki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Oksijen moleküllerinin arasında boşluk vardır. Başka bir şey olduğunu düşünmüyorum. Ben iki sınavda da D şıkkını işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : İlk sınavda oksijen moleküllerinin arasında hava vardır seçeneğini seçmiştim. Çünkü hava da, oksijen gibi bir gazdır. Ancak sizinle beraber derste izlediğimiz bilgisayar modellerinde, bütün maddelerin molekülleri arasında boşluk olduğunu öğrendik. İkinci sınavda boşluk seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Gazların molekülleri arasında daha çok boşluk vardır. Sıvıların molekülleri arasında da boşluk vardır. Bu nedenle iki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Oksijen molekülleri arasında hava vardır bence. Oksijen gazdır hava da oksijen gibi bir gazdır. Ben iki sınavda da B şıkkını işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Oksijen moleküllerinin arasında madde vardır bence. Oksijen moleküllerinin arasında oksijen, su moleküllerinin arasında da su vardır. Ben böyle düşünüyorum. Bu nedenle iki sınavda da A şıkkını seçtim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Oksijen molekülleri arasında hava vardır. Hava gaz halindedir, oksijen de gaz halinde olduğuna göre oksijen moleküllerinin arasında hava vardır. Ben iki sınavda da B seçeneğini işaretledim.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlara bakıldığında, beş öğrencinin oksijen molekülleri arasında hava ya da madde vardır şeklindeki kavram yanlışlarına sahip oldukları görülür. Bu öğrencilerden ikisi modele dayalı aktivitelerden sonra, kavram yanlışlarını iyileştirebilmişlerdir. Üç öğrenci ise öğretime rağmen, kavram yanlışlarında ısrar etmişlerdir. Soruya beş öğrenci doğru yanıt verebilmiştir.

17. Yanlış olan ifadenin öğrenciler tarafından bulunmasının istendiği sorunun, doğru yanıtı A seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Katı, sıvı ve gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hepsi aynı hızda hareket eder, seçeneği yanlış bence. Çünkü katıyı oluşturan moleküller titreşim hareketi yaparlar, sıvıyı oluşturan moleküller katıya göre daha hızlı hareket ederler. Ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Katı, sıvı ve gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hepsi aynı hızda hareket eder, seçeneği yanlış bence. Sıvıda biraz daha hızlı, gazda ise en hızlı hareket ederler. Ben iki sınavda da A şıkkını işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Katı, sıvı ve gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hepsi, aynı hızda hareket eder seçeneği yanlış. Mesela bir katı maddeye kuvvet uygulamadan hareket ettiremeyiz, sıvılar ise kendiliğinden akarlar yani daha hızlıdır. Gazlar ise en hızlıdır. Bu nedenle iki sınavda da A'yı işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Katı, sıvı ve gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hepsi, aynı hızda hareket etmez çünkü moleküllerin arasındaki boşluk miktarı farklıdır. Ben böyle düşünerek iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Katı, sıvı ve gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hepsi, aynı hızda hareket etmez. Katıları oluşturan moleküller çok yavaş, sıvıları oluşturan moleküller biraz hızlı, gazları oluşturan moleküller çok hızlı hareket ederler. Bu nedenle iki sınavda da A şikkını işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Katı, sıvı ve gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hepsi aynı hızda hareket eder, seçeneği yanlış bence. Sıvıda biraz daha hızlı, gazda ise en hızlı hareket ederler. Bu nedenle iki sınavda da A'yı işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Katı, sıvı ve gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hepsi aynı hızda hareket eder, seçeneği yanlıştır. Katıların molekülleri çok yavaş hareket eder, sıvıların ki biraz hızlı, gazların molekülleri ise en hızlı hareket ederler. Ben iki sınavda da A şikkını işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Katı, sıvı ve gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hepsi aynı hızda hareket etmez, çünkü moleküllerin arasındaki boşluk miktarı farklıdır.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Katı maddeler kendiliğinden hareket edemezler, sıvılar kendiliğinden akarlar, gazlar da kendiliğinden hareket ederler. Bence katı, sıvı ve gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hepsi aynı hızda hareket eder, yanlış olacak.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Katı, sıvı ve gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerin hepsi, aynı hızda hareket etmez. Mesela sıra biz dokunmadıkça hareket etmez, deredeki su kendiliğinden akar, havadaki gazlar ise daha hızlı hareket ederler.

Öğrencilerin soruya verdikleri yanıtlar, öğrencilerin katı, sıvı ve gazları oluşturan moleküllerin hareketleri hakkında kavram yanılgısına sahip olmadıklarını göstermektedir. Ancak bazı öğrenciler yanıtlarının nedenini açıklarken, maddelerin görülebilen hareket etme özelliklerinden yola çıkarak, moleküllerinin hareketlerini açıklamışlardır. Yanıtlarının nedenini tanecik boyutunda açıklayabilen öğrenci sayısı daha azdır.

18. Öğrencilerin doğru olan ifadeyi bulmalarının istendiği sorunun, doğru yanıtı C seçeneğidir. Öğrencilerin soruya verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Ben ilk sınavda E seçeneği, yani erime esnasında moleküller arasındaki bağlar kopar yani madde eriyince kimyasal değişim geçirir, ifadesi doğrudur şeklinde düşünmüştüm. Ancak sizinle izlediğimiz bilgisayar modellerinde, fiziksel değişimlerde moleküllerin aynı kaldığını öğrendim. İkinci sınavda ısı moleküllerin genişlemesine neden olur, yani A seçeneği doğrudur şeklinde düşündüm. Çünkü ısınan maddeler örneğin buz daha çok yer kaplar, molekülleri ısınınca genişlemiştir.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Sıvı haldeki bir madde gaza dönüştüğünde, kütlesi azalır yani D şıkkı doğrudur bence. Çünkü gazların kütlesi sıvıların kütlesinden küçüktür, aslında gazların kütlesinin olmadığını düşünüyorum. Zaten gazları göremiyoruz. Bu nedenle iki sınavda da, D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Isı moleküllerin genişlemesine neden olur, doğrudur şeklinde düşünüyorum. Çünkü maddeleri ısıttığımızda daha çok alana yayılıyorlar, bunun nedeni maddenin moleküllerinin genişlemesidir. Ben iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Isı moleküllerin genişlemesini sağlar, mesela sobanın yanına koyduğumuz balon bir süre sonra daha da şişer. Balonun şişmesini sağlayan içindeki moleküllerin genişlemesidir. Bu nedenle ben iki sınavda da, A şıkkını işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Isı moleküllerin genişlemesine neden olur, seçeneği doğru bence. Çünkü ısıttığımız maddeler daha çok yer kaplıyorlar. Ben iki sınavda da aynı düşünerek, A'yı işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Sıvı haldeki bir madde gaza dönüştüğünde kütlesi azalır bence. Çünkü, gazların kütlesi sıvıların kütlesinden daha küçüktür. Ben iki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Isı moleküllerin genişlemesine neden olur doğrudur, çünkü ısınan buz erir ve tabağa yayılır. Çünkü buzu oluşturan moleküller genişlemiştir. Bu nedenle iki sınavda da, A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Bence sıvı haldeki bir madde gaza dönüştüğünde, kütlesi azalır. Çünkü gazlar sıvılardan daha hafiftir. Bu nedenle iki sınavda da D'yi seçtim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Bütün maddelerin kütlesi ve hacmi vardır. Gazların da kütlesi ve hacmi vardır, seçeneği doğru bence. Ben bu nedenle iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Isı moleküllerin genişlemesine neden olur, şıkkı doğrudur diye düşünüyorum. Çünkü maddeleri ısıttığımızda daha geniş bir yer kaplarlar, dolayısıyla molekülleri genişlemiştir. Bundan dolayı, iki sınavda da A şıkkını işaretledim.

Öğrencilerin yanıtları incelendiğinde ısının moleküllerin genişlemesine neden olduğu şeklinde, yaygın bir kavram yanılgısı içinde oldukları görülür. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları ısınan maddelerin genişmesi olayını, maddenin taneciklerine de genelledikleri görülmektedir. Bir diğer kavram yanılgısı da sıvı bir maddenin gaza dönüştüğünde, kütlesinin azalacağını düşünülmesidir. Bazı öğrenciler ise gazları göremediklerinden, kütlelerinin olmadığı şeklinde bir kavram yanılgısı içerisindeyler. Öğretmenlerin “kütlesi ve hacmi olan her şey maddedir” şeklinde tanımladıkları madde kavramının, öğrencilerin çoğu tarafından kavranmadığı görülmektedir. Öğrenciler gördükleri şeyleri madde olarak tanımlama eğiliminde olduklarından, gözlemleyemedikleri gaz halindeki maddelerin kütle ve hacimlerinin olmadığı, yanlış kavramını oluşturmuşlardır. Sadece bir öğrencinin soruyu doğru yanıtladığı görülmektedir. Üstelik öğrencilerdeki kavram yanılgıları, öğretimden sonra da iyileşmemiştir.

19. Taneciklerin hızını belirleyen faktörün ne olduğunun sorulduğu sorunun doğru yanıtı B şıkkıdır. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Taneciklerin hızını belirleyen faktör, sahip oldukları boşluk miktarıdır. Taneciklerin arasındaki boşluk arttıkça hareket etme yetenekleri de artar. Ben bu nedenle iki sınavda da C seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Taneciklerin hızını belirleyen faktör büyüklükleri, sahip oldukları enerji ve sahip oldukları boşluk miktarıdır bence. Ben hepsi olduğunu düşünüyorum. Katı haldeki maddeyi oluşturan moleküller arasında boşluk çok azdır, daha yavaş hareket ederler. Sıvı halde bulunan maddeyi oluşturan moleküller daha hızlı, gaz halde bulunan maddeyi oluşturan moleküller ise en hızlı hareket eder. Ben iki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Taneciklerin hızını belirleyen faktör, onların sahip oldukları boşluk miktarıdır. Mesela, katı maddedeki moleküller arasındaki boşluk çok az olduğundan zor hareket ederler, sıvı maddedeki moleküller arasındaki boşluk biraz daha fazla olduğundan daha hızlı, gazları oluşturan moleküller arasında ise çok fazla boşluk olduğundan en hızlı hareket ederler. Bu nedenle ben iki sınavda da C'yi işaretledim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : İlk sınavda taneciklerin hızını belirleyen faktör onların sahip oldukları boşluk miktarıdır, şeklinde düşünmüştüm. Ancak sizinle bilgisayarda izlediğimiz animasyonlarda, ısı alan maddedeki moleküllerin daha hızlı hareket ettiklerini gördüm. İkinci sınavda taneciklerin hızını belirleyen asıl faktör sahip oldukları enerjidir, yani B seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Moleküllerin hızını belirleyen faktör hepsidir, yani büyüklükleri, sahip oldukları enerji ve sahip oldukları boşluk miktarıdır bence. Moleküller arasındaki boşluk miktarını arttırmak için ise, onların bulundukları ortamı genişletmeliyiz. Isı verdiğimizde moleküller daha hızlı hareket ederler şeklinde düşünmedim hiç. Bu nedenle iki sınavda da, D şıkkını işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Moleküllerin hızını belirleyen faktör onların büyüklükleridir bence. Büyük moleküller çok hızlı hareket edemezler, küçük moleküller ise daha hızlı hareket edebilirler. Ben bu şekilde düşünerek, iki sınavda da A seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Moleküllerin hızını belirleyen faktör hepsidir yani büyüklükleri, sahip oldukları enerji ve sahip oldukları boşluk miktarıdır bence. Bu nedenle iki sınavda da D'yi işaretledim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Moleküllerin hızını belirleyen faktörün sahip oldukları boşluk miktarı olduğunu düşünüyorum. Gazlarda tanecikler arasında çok fazla boşluk olduğundan, gaz tanecikleri daha hızlı hareket ederler çünkü. Ben iki sınavda da C şikkını işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Moleküllerin hızını belirleyen faktör hepsidir, yani büyüklükleri, sahip oldukları enerji ve sahip oldukları boşluk miktarıdır. Bu nedenle iki sınavda da, D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda moleküllerin hızını belirleyen faktörlerin büyüklükleri, sahip oldukları enerji ve sahip oldukları boşluk miktarı, yani hepsi olduğunu düşünmüştüm. Ancak sizinle işlediğimiz derste izlediğimiz modellerde, taneciklerin hareketi ısı aldıklarında artıyordu. Bu nedenle ikinci sınavda sahip oldukları enerji, yani B seçeneğini işaretledim.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlara bakıldığında, çoğunun taneciklerin hareket hızının doğrudan taneciklerin sahip oldukları enerjiye bağlı olduğunu bilmedikleri görülür. Öğrencilerin taneciklerin büyüklüklerinin ve sahip oldukları boşluk miktarının onların hızını etkileyeceği şeklindeki kavram yanlışlarına sahip oldukları görülür. Bu kavram yanlışısının nedeni aslında öğrencilerin dolaylı düşünmeleridir. Bütün öğrenciler moleküllerin hareketini etkileyen asıl faktörün enerji olduğunu bilememişlerdir. Öğretimden sonra sadece iki öğrencinin kavram yanlışlarında iyileşme olurken, diğer sekiz öğrencinin kavram yanlışları iyileşmemiştir.

20. Öğrencilere kuru buzun molekül modelinin verildiği ve kuru buz eriyip sıvı hale dönüştüğünde, moleküllerin görünümünün nasıl olacağının sorulduğu sorunun doğru yanıtı D seçeneğidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Katı haldeki madde eriyip sıvı halde geçtiğinde, tanecikler arasındaki boşluk katı haldekine göre biraz daha fazla olmalı. Bu nedenle ben iki sınavda da E seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf): Kuru buz eriyince moleküller arasındaki boşluk, biraz daha artar o nedenle ilk sınavda C şikkını işaretledim. Ancak sizinle işlediğimiz derste madde eridiğinde, yani hal değiştirdiğinde, izlediğim modellerdeki moleküllerin tanecikleri birbirinden ayrılmıyordu. İkinci sınavda D şikkını işaretledim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : İlk sınavda C seçeneğini işaretlemiştim, bu seçenekte su molekülündeki hidrojen ve oksijen tanecikleri ayrılmıştı. Sizinle işlediğimiz derste izlediğim görüntülerde, maddelerin hal değişimlerinde molekül yapıları bozulmuyor, aynen kalıyordu. Bu nedenle ikinci sınavda D seçeneğini işaretledim, çünkü katı madde eriyince molekülleri arasındaki uzaklık bir miktar artar. Moleküller aynen kalırlar.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : A seçeneği aynı model yani kuru buz katı halde. C ve E seçenekleri kimyasal değişim olabilir, çünkü moleküldeki atomlar ayrılmış. B seçeneğinde moleküller arasında çok boşluk olduğundan, gaz hali olabilir. D seçeneği kuru buzun sıvı halidir, çünkü moleküller arasındaki boşluk bir miktar artmıştır. Bu nedenle iki sınavda da, D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Madde katı halden sıvı hale geçince, moleküllerinin arasındaki boşluk biraz artacak, o nedenle iki sınavda da D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Ben ilk sınavda E seçeneğini işaretlemiştim. Bu seçenekte karbondioksit molekülündeki karbon ve oksijen ayrılıyordu. Ancak sizinle işlediğimiz derste, madde fiziksel değişime uğradığında, maddenin moleküllerinin değişmediğini, moleküldeki atomların ayrılmadığını bilgisayardaki modellerde gördüm. İkinci sınavda moleküllerin arasındaki boşluğun bir miktar arttığı, D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Ben D seçeneğini işaretledim. Madde eriyip sıvı hale dönüştüğünde moleküllerinin arasındaki boşluk bir miktar artar.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Ben ilk sınavda C seçeneğini işaretledim. Bu seçenekte molekülü oluşturan atomlar birbirinden ayrılmıştı. Ancak erime olayı gibi fiziksel olaylarda maddenin taneciklerinin aynı kaldığını, atomların ayrılmadığını, izlediğimiz bilgisayar modellerinden derste öğrendim. İkinci kez sınavda, moleküller arasındaki boşluğun biraz daha arttığı, D şıkkını işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Ben ilk sınavda E seçeneğini işaretledim. Kuru buz eridiğinde moleküldeki oksijen ve karbon atomu birbirinden ayrılır diye düşünüyordum. Ancak beraber işlediğimiz derste izlediğimiz bilgisayar modellerinde, erime olayında moleküldeki atomların ayrılmayacağını öğrendim. Bu nedenle ikinci sınavda, D seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda C seçeneğini işaretlemiştim. Bu seçenekte karbondioksit molekülündeki atomlar birbirinden ayrılmıştı. İlk sınavdan sonra işlediğimiz derste izlediğimiz bilgisayar modellerinde, maddenin eriyip sıvıya dönüştüğünde moleküllerindeki atomların ayrılmadığını, sadece moleküller arasındaki boşluğun arttığını öğrendim. Bu nedenle ikinci sınavda D seçeneğini seçtim.

Öğrencilerin soruya verdikleri yanıtlar ve açıklamalarına bakıldığında, yedi öğrencinin madde katı halden sıvı hale dönüştüğünde moleküldeki atomların ayrıldığı C ve E seçeneklerini seçtiklerini görürüz. Bu öğrencilerden altısı, modele dayalı aktivitelerden sonra kavram yanlışlarını düzeltebilmişler, bir öğrenci ise yanlış kavramını iyileştirememiştir. Üç öğrencinin ise doğru yanıt verdikleri görülmektedir.

4.3.2. Öğrencilerin MPYKT'ye Verdikleri Yanıtlara Yönelik Mülakat Sonuçları

1. Kömür parçasına çekiçle vurulduğunda, kömür parçasındaki bir tane karbon atomunun şeklinin nasıl olacağının sorulduğu sorunun doğru yanıtı, karbon atomunda herhangi bir değişiklik olmaz şeklidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : İlk sınavda kömürü parçaladığımızda kömür şekilsiz parçalara ayrılır, dolayısıyla kömür atomları da cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır, şeklinde düşünmüştüm. Ancak derste sınıfa getirdiğiniz kömür atomlarını temsil

eden boncuklar, kömüre vurulduğunda hiçbir değişikliğe uğramadı. Sadece yerleri değişti. İkinci sınavda karbon atomunda herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Kömür parçasına çekiçe vurulduğunda, kömürdeki karbon atomu ısınır ve genişir şeklinde düşünmüştüm. Ancak beraber işlediğimiz derste, tabağın içindeki karbon atomunu temsil eden boncuklar, çekiçe vurulduğunda hiçbir şekilde ısınıp genişlemiyordu. İkinci sınavda karbon atomunda herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Kömüre çekiçe vurduğumuzda kömür parçalara ayrılır, karbon atomundan bazı parçalar kopar ve karbon atomu küçülür şeklinde düşünüyordum. Ancak derste sınıfa getirdiğiniz kömür parçalanmıştı ama kömürdeki atomları temsil eden boncuklarda hiçbir değişiklik olmamıştı, yerleri değişmişti. O nedenle ikinci sınavda, karbon atomunda herhangi bir değişiklik olmaz seçeneğini seçtim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Kömüre çekiçe vurulduğunda karbon atomu şekilsiz parçalara ayrılır diye düşünmüştüm. Yani kömür gibi karbon atomları da parçalanır fikrindeydim. Ancak sınıfta sizinle izlediğimiz görüntülerde ve kömürü parçaladığımızda, karbon atomlarını temsil eden boncuklarda şekil olarak bir değişiklik olmuyordu. Çünkü fiziksel değişimlerde taneciklerde değişiklik olmuyor, sadece taneciklerin yeri değişiyordu. İkinci sınavda karbon atomunda herhangi bir değişiklik olmaz seçeneğini işaretledim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : Karbon atomunun, kömüre çekiçe vurduğumuzda bir kuvvet uyguladığımız için irili ufaklı parçalara ayrılacağını düşünmüştüm. Ama sizinle işlediğimiz derste kömüre vurduğumuzda kömür dağılmıştı, ancak kömür atomlarını gösteren boncukların şekli değişmemiş, yerleri değişmişti. Bundan dolayı ikinci kez sınavda, karbon atomunda değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Bence kömür atomuna çekiçe vurduğumuzda bazıları yuvarlak, bazıları da şekilsiz parçalara ayrılır. Çünkü, kömür de parçalara ayrılır. Ben iki sınavda da böyle işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : İlk sınavda karbon atomu irili ufaklı, yuvarlak parçalara ayrılır şeklinde düşünmüştüm. İkinci sınavda ise karbon atomunun bazılarının yuvarlak bazılarının ise şekilsiz olacağını düşündüm. Çünkü, kömüre vurduğumuzda bazıları yuvarlak bazıları da şekilsiz parçalara ayrılıyor.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : İlk sınavda kömüre vurduğumuzda karbon atomu cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır, şeklini seçmiştim. Ancak sizinle işlediğimiz derste sınıfta kömüre vurduğumuzda kömür parçalanmış, kömürdeki karbon atomlarını gösteren boncuklarda ise bir değişiklik olmamıştı. Bu yüzden, ikinci sınavda herhangi bir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Kömüre çekiçe vurduğumuzda, kömür bazıları yuvarlak bazıları şekilsiz parçalara ayrılır. Ben kömür gibi karbon atomlarının da bazıları yuvarlak, bazıları şekilsiz parçalara ayrıldığını düşünüyorum. Her iki sınavda da aynı şekli seçtim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda, kömürdeki karbon atomlarının cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrıldığını düşünmüştüm. Sizinle işlediğimiz derste, sınıfta kömüre çekiçe vurduğumuzda kömür parçalanmış, ancak karbon atomu olan boncuklar hiçbir değişikliğe uğramamıştı. İkinci sınavda karbon atomunda herhangi bir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrencilerin soruya verdikleri yanıtlara bakıldığında, öğrencilerde kömüre çekiçe vurulduğunda gözlemlenen değişikliklerin, karbon atomunda da olacağı şeklinde kavram yanlışlarının bulunduğu görülür. Üç öğrencide bulunan kavram yanılığı modele dayalı aktivitelere rağmen iyileştirilememiştir. Diğer öğrenciler ise kavram yanlışlarını sınıfta yapılan etkinliklerden sonra iyileştirdiklerini ifade etmişlerdir.

2. Toplu iğneye çekiçe vurduğumuzda, toplu iğnedeki bir demir atomunun son durumunun nasıl olacağını sorulduğu sorunun, doğru yanıtı demir atomunda herhangi bir değişiklik olmaz şeklidir. Soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Toplu iğneye çekiçe vurduğumuzda toplu iğnede hiçbir değişiklik olmaz. Çünkü demir serttir, kırılmaz. Aynı şekilde demir atomunda da hiçbir

değişiklik olmaz, şeklini seçtim. Ben iki sınavda da demir atomunda hiçbir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : İlk sınavda toplu iğneye çekiçle vurduğumuzda, ezilip yassılaşıacağı için, demir atomunun da ezilip yassılaşıacağını düşünmüştüm. Sizinle sınıfta yaptığımız etkinlikte toplu iğne ezilmesine rağmen, demir atomlarına hiçbir şey olmamış sadece yerleri değişmişti. O nedenle ikinci sınavda, demir atomunda herhangi bir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : İlk sınavda toplu iğneye vurduğumuzda ezilip yassılaştığı için, demir atomunun da ezilip yassılaşıacağını düşündüm. İkinci sınavdan önce beraber işlediğimiz derste, sınıfta toplu iğneye vurduğumuzda, demir atomlarını gösteren boncuklarda bir değişiklik olmadığını görmüştük. İkinci sınavda demir atomunda herhangi bir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Demir atomunda hiçbir değişiklik olmaz. Çünkü toplu iğneye çekiçle vurduğumuzda toplu iğnede de bir değişiklik olmaz. Demir sert olduğundan kolay kolay parçalanmaz.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : İlk sınavda, toplu iğneye çekiçle vurduğumuzda toplu iğne ezilir bu nedenle toplu iğnedeki demir atomu da ezilir ve yassılaşıır şeklini seçmiştim. Ancak sizinle birlikte ikinci sınavdan önce işlediğimiz derste, toplu iğneye vurulduğunda demir atomlarını temsil eden boncukların sadece yerleri değişmişti. Bu nedenle, ikinci sınavda demir atomunda herhangi bir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Toplu iğne serttir, çekiçle vurduğumuzda hiçbir değişiklik olmaz, bu nedenle iki sınavda da demir atomunda da herhangi bir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Toplu iğneye çekiçle vurduğumuzda toplu iğne dağılmaz, ezilir ve yassılaşıır. Toplu iğne gibi demir atomu da ezilir ve yassılaşıır. Ben iki sınavda da demir atomu ezilir ve yassılaşıır seçeneğini seçtim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : Toplu iğne demirden yapılır ve serttir. Toplu iğneye çekiçle vurduğumuzda, hiçbir değişiklik olmaz. Bu nedenle demir atomunda da herhangi bir değişiklik olmaz, şeklinde düşündüm.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Toplu iğneye çekiçle vurulduğunda ezilir ve yassılaşır, dolayısıyla toplu iğnede bulunan bir demir atomu da ezilir ve yassılaşır. Ben her iki sınavda da demir atomu ezilir ve yassılaşır şeklini işaretledim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : Demir sert ve dayanıklıdır. Toplu iğneye çekiçle vurduğumuzda toplu iğnede bir değişiklik olmaz. Demir atomunda da herhangi bir değişiklik olacağını düşünmüyorum.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlara baktığımızda, öğrencilerin büyük bir kısmı toplu iğnenin ve demirin sert bir madde olması nedeniyle, demir atomunun da sert ve dayanıklı olacağını, toplu iğneye çekiçle vurulduğunda demir atomunda herhangi bir değişiklik olmayacağını düşünmektedirler. Öğrencilerin yanıtları doğru kabul edilse bile, yanıtlarını açıklamak için kullandıkları ifadeler hatalıdır. Öğrenciler maddenin dış görünümüyle ilgili makroskopik özelliklerin, maddenin atomlarında da bulunacağı şeklinde bir kavram yanılgısı içindedirler. Kavram yanılgısı içerisinde olan beş öğrenciden, üçünün kavram yanılgıları modele dayalı öğretimden sonra iyileşirken, iki öğrencinin kavram yanılgılarında bir değişiklik olmamıştır.

3. Naftalinin tüp içerisinde mum alevinde ısıtılarak eritilmesi sonunda, bir naftalin molekülünün son durumunun ne şekilde olacağının sorulduğu sorunun doğru yanıtı, naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz şeklidir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Naftalini mum alevinde ısıttığımızda, naftalin ısı etkisi ile erir ve akar. İlk sınavda naftalin gibi naftalin molekülü de erir ve akar şeklinde düşündüm. Ancak ikinci sınavdan önce derste yaptığımız etkinlikte, naftalin eriyip akarken, naftalin moleküllerinde herhangi bir değişiklik olmamıştı. Bu nedenle ikinci sınavda naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : İlk sınavda naftalin mum alevinde eritildiğinde eriyip akacağı için, naftalin molekülü de erir ve akar şeklini seçtim. İkinci sınavda ise naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim. Çünkü derste yaptığımız etkinliklerde fiziksel değişim olaylarında, maddenin dış görünüşlerinde değişiklik olurken, taneciklerini temsil eden boncuklarda hiçbir değişiklik olmuyordu.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : Isı verdiğimizde naftalin erir ve etrafa yayılarak akar. Bu nedenle iki sınavda da, naftalin molekülü de erir ve akar şeklini seçtim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : İlk sınavda naftalin molekülü erir ve akar şeklinde düşünmüştüm. Ancak beraber işlediğimiz derste yaptığımız etkinliklerde, naftalin ısıtıldığında dış görünüşünde değişiklik olurken, moleküllerinde herhangi bir değişiklik olmuyordu. İkinci sınavda naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : İlk sınavda naftalini ısıttığımızda eriyip akacağı için, naftalin molekülü de erir ve akar şeklini seçmiştim. Ancak ikinci sınavda naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim. Çünkü beraber yaptığımız etkinliklerde, naftalin ısıttığımızda eriyor ancak naftalin molekülünü temsil eden boncuklarda herhangi bir değişiklik olmuyordu.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : İlk sınavda naftalini ısıttığımızda eriyip daha geniş bir alana yayılacağı için, naftalin molekülü de ısı etkisi ile genişler ve büyür şeklini seçmiştim. Ancak derste yaptığımız etkinliklerde, naftalinin erimesine rağmen naftalin molekülünü gösteren boncuklarda değişiklik olmayacağını öğrendim. Bu nedenle ikinci sınavda naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Naftalini ısıttığımızda naftalin molekülü erir ve akar diye düşünüyorum bu nedenle, her iki sınavda da naftalin molekülü erir, akar şeklini seçtim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : İlk sınavda, naftalini ısıttığımızda naftalin molekülü erir ve akar şeklini seçmiştim. Beraber işlediğimiz derste yaptığımız etkinliklerde ise, naftalin ısıtıldığında erimesine rağmen, naftalin moleküllerini temsil eden boncukların

şekli değişmemişti. İkinci sınavda naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : İlk sınavda naftalin molekülü ısının etkisiyle genişir ve büyür, şeklini seçtim. Ancak derste yaptığımız etkinliklerde, naftalin ısıtıldığında dış görünümü değişiyor fakat moleküllerini temsil eden boncuklarda, hiçbir değişiklik olmuyordu. Bu nedenle ikinci sınavda, naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda naftalin ısıtıldığında naftalin molekülü erir ve akar, şeklini seçtim. Ancak daha sonra derste naftalin ısıtıldığında fiziksel değişime uğramış fakat moleküllerini temsil eden boncuklar değişmemişti. İkinci sınavda naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlar incelendiğinde, naftalin ısıtıldığında eriyip akacağından molekülleri de erir ve akar ya da büyür, genişir şeklinde kavram yanılgılarının olduğu görülür. Öğrencilerden sekizinin modele dayalı aktivitelerden sonra kavram yanılgıları iyileşirken, iki öğrenci kavram yanılgılarında ısrar etmişlerdir.

4. Hava içindeki bir tane azot molekülüne, havada hızla giden bir uçağın çarpması sonunda azot molekülünün son durumunun nasıl olacağının sorulduğu sorunun, doğru yanıtı azot molekülü uçağın çarpmasından etkilenmez, azot molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, şeklindedir. Soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : Havada uçak azot molekülüne çarpınca, önce hasar göreceği için şekli bozulur, sonra futbol topu gibi esneyerek eski halini alır şeklini seçmiştim. Ancak derste yaptığımız etkinliklerde, azot molekülünün sadece yerinin değişeceğini, şeklinin ise değişmeyeceğini öğrenmiştik. İkinci sınavda azot molekülü uçağın çarpmasından etkilenmez, azot molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : İlk sınavda uçağın pervanesi azot molekülüne çarptığında değişiklik olsaydı, farklı gazlar oluşur ve hayat farklı olurdu bu nedenle azot

molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, diye düşündüm. İkinci sınavda da sınıfta yaptığımız etkinliklerde azot molekülünü temsil eden boncuğun sadece yerinin değişmesi, şeklinin değişmemesinden dolayı, azot molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz şeklini seçtim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : İlk sınavda, uçağın keskin pervanesi azot molekülüne çarptığında, azot molekülü kesilerek dilimlere ayrılır şeklini seçmiştim. Sizinle beraber derste yaptığımız modele dayalı etkinliklerde, havadaki azot molekülünü temsil eden boncuğun uçak çarptıktan sonra yerinin değiştiğini, şeklinin değişmediğini öğrendim. İkinci sınavda azot molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Havadaki azot molekülüne uçak çarptığında, hiçbir değişiklik olmaz çünkü molekülün yeri değişebilir ama şekli değişmez. Ben iki sınavda da azot molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : İlk sınavda uçağın çarpması sonucunda azot molekülü ezilir, şeklini seçmiştim. Sizinle beraber işlediğimiz derste azot molekülünün modeli olan boncukların sadece yeri değişiyor, şekilleri değişmiyordu. Bu nedenle ikinci sınavda azot molekülü uçağın çarpmasından etkilenmez, şeklini seçtim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf) : Ben iki sınavda da azot molekülüne uçağın sivri yerleri çarptığında, molekülün delineceğini düşündüm.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Ben iki sınavda da uçak azot molekülüne çarptığında, azot molekülü irili ufaklı küresel parçalara ayrılır şeklini seçtim.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : İlk sınavda uçağın çarpması sonucu azot molekülünden bazı parçalar kopar ve azot molekülü küçülür, şeklini seçmiştim. Sizinle işlediğimiz derste uçak çarparsa bile azot molekülünün yerinin değiştiğini, şeklinin değişmediğini öğrendik. İkinci sınavda azot molekülü uçağın çarpmasından etkilenmez, şeklini seçtim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : İlk sınavda, azot molekülü uçak çarpınca önce şekli bozulur sonra futbol topu gibi esneyerek eski halini alır şeklini seçtim. Ancak sizinle derste yaptığımız etkinlikte, azot molekülünü temsil eden boncuğun yeri değişiyor,

şeklinde bir değişiklik olmuyordu. Bu nedenle, ikinci sınavda azot molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz, şeklini seçtim.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda, azot molekülüne uçağın keskin yeri örneğin kanatları çarparsa, azot molekülü kesilerek dilimlere ayrılır şeklini seçtim. Sizinle derste yaptığımız aktivitelerden, azot molekülünün şeklinin değişmeyeceğini sadece yerinin değişeceğini öğrendim. İkinci sınavda azot molekülü uçağın çarpmasından etkilenmez, şeklini seçtim.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlar incelendiğinde, bir öğrenci dışında tüm öğrencilerin uçağın azot molekülüne çarpması sonucu şeklinin değişeceği yanlış kavramına sahip oldukları görülür. Yedi öğrenci derste yapılan modele dayalı etkinliklerin ardından, kavram yanlışlarını iyileştirirken, iki öğrenci kavram yanlışlarında ısrar etmişlerdir.

5. Kap içindeki civa ısıtılarak önce eritiliyor ve sıvılaştırılıyor. Sonra daha fazla ısıtılarak gaz haline getiriliyor. Civa atomunun sıvı ve gaz civa içindeki durumunun öğrencilere sorulduğu sorunun, doğru yanıtı sıvı ve gaz civa içindeki civa atomu aynı büyüklükte olacaktır. Soruya alınan yanıtlar:

Öğrenci 1 (6. Sınıf) : İlk sınavda civayı erittiğimizde eriyerek daha çok yer kaplar ve civa atomu da daha çok yer kaplar, buharlaştırdığımızda ise civa atomu da buharlaşır, şeklinde düşünmüştüm. Ancak sizinle beraber işlediğimiz derste yaptığımız etkinliklerde, tüm fiziksel değişimlerde atomu temsil eden boncukların şekli değişmemiş, yerleri değişmişti. İkinci sınavda civa atomunun her iki durumda da aynı büyüklükte oldukları şekli seçtim.

Öğrenci 2 (7. Sınıf) : Katı haldeki civa sıvı hale geçerken büyüklü küçüklü yuvarlak parçalara ayrılır, gaz haline geçtiğinde ise daha da küçük yuvarlaklardan oluşan parçalara ayrılır, şeklinde düşünmüştüm. Beraber işlediğimiz derste yaptığımız etkinliklerde fiziksel değişim olaylarında atomun şeklinin hiç değişmeyeceğini, yerinin değişeceğini öğrendikten sonra, ikinci sınavda sıvı ve gaz içindeki civa atomlarının aynı büyüklükte oldukları şekli seçtim.

Öğrenci 3 (8. Sınıf) : İlk sınavdaki düşüncem, civa ısıtıldığında civa atomu sıvı hale geçerek daha çok yer kaplar, gaz haline geçtiğinde ise civa atomu da buharlaşır şeklindeydi. İlk sınavdan sonra işlediğimiz derste, civa atomunu temsil eden boncuklarda herhangi bir değişiklik olmayacağını, olayın fiziksel değişim olduğunu öğrendim. İkinci sınavda her iki haldeki civa atomunun aynı büyüklükte olduğu, şekli seçtim.

Öğrenci 4 (6. Sınıf) : Civa sıvı halde akışkan olduğundan, gaz halinde ise buhar şeklinde olduğundan ilk şekli seçmiştim. Ancak beraber işlediğimiz derste yaptığımız etkinliklerde, tüm fiziksel değişim olaylarında maddenin atomlarının değişmediğini öğrendim. İkinci sınavda sıvı ve gaz içindeki civa atomlarının büyüklüklerinin değişmediği, şekli seçtim.

Öğrenci 5 (7. Sınıf) : İlk sınavda, civa sıvı hale geçtiğinde civa atomunun bir miktar küçüleceğini, sıvı halden gaz hale geçtiğinde ise daha da küçüleceğini düşünmüştüm. Sizinle birlikte işlediğimiz derste yaptığımız etkinliklerde, madde fiziksel değişim geçirdiğinde maddenin atomlarında değişiklik olmadığını öğrenmiştim. İkinci sınavda, sıvı ve gaz halindeki civa atomlarının aynı büyüklükte olduğu şekli seçtim.

Öğrenci 6 (8. Sınıf): İlk sınavda sıvı içindeki civa atomunun yayılmış bir şekilde bulunduğunu, gaz içindeki civa atomunun ise buharlaştığı için dalgalar halinde olacağını düşündüm. Ancak derste sizinle yaptığımız etkinliklerde, maddenin eridiğinde ya da buharlaştığında şeklinin değiştiğini, maddenin atomlarının ise aynen kaldığını öğrendim. İkinci sınavda, sıvı ve gaz içindeki civa atomlarının büyüklüklerinin aynı olduğu şekli işaretledim.

Öğrenci 7 (6. Sınıf) : Ben iki sınavda da sıvı içindeki civanın yayılmış bir şekilde bulunduğu, gaz içindeki civanın ise buharlaştığından dalgalar şeklinde bulunduğu şekli seçtim. Çünkü civa eridiğinde ortama yayılır, daha çok yer kaplar; gaz haline geçtiğinde ise buharlaşmadan dolayı dalgalar halinde yayılabilir.

Öğrenci 8 (7. Sınıf) : İlk sınavda civa atomlarının sıvı haldeki civa içinde katı haldekine göre küçüldüğünü, gaz haldeki civa içinde ise daha da küçüldüğünü

düşünüyordum. Çünkü madde katı halden sıvı hale, sıvı halden de gaz hale geçmiştir. İkinci sınavdan önce işlediğimiz derste yaptığımız etkinliklerde, madde eridiğinde ya da buharlaştığında şeklinin değiştiğini, ancak maddeyi oluşturan atomlarda değişiklik meydana gelmediğini öğrendim. İkinci sınavda katı, sıvı ve gaz haldeki civa içindeki atomların büyüklüklerinin aynı olduğu şekli işaretledim.

Öğrenci 9 (8. Sınıf) : Madde eridiğinde kapladığı hacim artar ve ortama yayılır, buharlaştığında ise dalgalar halinde yayılır. Civa atomları da sıvı civa içerisinde yayılmış halde, gaz civa içinde ise dalgalı bir görünümde olacaktır. Ben iki sınavda da böyle düşündüm.

Öğrenci 10 (8. Sınıf) : İlk sınavda, sıvı içerisindeki civa atomunun katı içerisindeki civa atomuna göre küçük olduğu, gaz civa içerisinde ise daha da küçüldüğü şekli işaretlemiştim. Ancak ikinci sınavda katı, sıvı ve gaz civa içindeki civa atomlarının büyüklüklerinin değişmediği şekli işaretledim. Çünkü sizinle işlediğimiz derste yaptığımız etkinliklerde, civa eridiğinde ya da buharlaştığında civayı oluşturan atomları temsil eden boncukların büyüklüğünün değişmediğini öğrendim.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlara bakıldığında, ilk sınavda bütün öğrencilerin civa eridiğinde ya da buharlaştığında atomlarının şeklinin değişeceği şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip oldukları görülür. Modele dayalı etkinliklerden sonra sekiz öğrencinin kavram yanlışlığı iyileşirken, iki öğrencinin kavram yanlışlığında değişiklik olmamıştır. Öğrencilerin kavram yanlışlığı maddenin dış görünüşünde meydana gelen değişiklikleri, maddenin iç yapısını oluşturan atom ve moleküllere de genellemelerinden kaynaklanmaktadır.

MPYKT'ye yönelik mülakat sonuçları, öğrencilerin maddenin dış görünüşünde meydana gelen değişikliklerin, maddenin atom ya da moleküllerinde de meydana geleceği yönünde bir kavram yanlışlığı içinde olduklarını göstermektedir. Benzer olarak maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili yapılan araştırmalarda, maddenin hal değişimi esnasında dış görünüşünde oluşan değişikliklerin, öğrenciler tarafından o maddenin atomlarına ya da moleküllerine aynen aktarıldığı sonucuna ulaşılmıştır (Andersson, 1990; Ben-Zvi et al., 1986; Boz, 2006; Griffiths & Preston, 1992; Lee et al., 1993; Miller, 2008) .

Aşağıdaki Tablo 4.14'te MPYDT ve MPYKT'den elde edilen kavram yanlışları listelenmiştir. Kavram yanlışlarının testlerdeki kaç numaralı sorudan elde edildiği de Tablo 4.14'te belirtilmiştir.

Tablo 4.14. *Araştırma Sonucu Elde Edilen Kavram Yanlışları*

Kavram Yanlışlığı	Soru Numarası
Buz eridiğinde hidrojen ve oksijen moleküllerine ayrışır.	1
Buz eridiğinde hidrojen ve oksijen atomlarına ayrışır.	1
Aynı miktardaki suyun sıvı halinde katı haline göre daha fazla sayıda su molekülü vardır.	1
Sıvı haldeki suyu oluşturan moleküller, gaz haldeki suyu oluşturan moleküllerden daha hızlı hareket ederler.	2
Yoğunlaşma su moleküllerinin büyümesine neden olur.	3
Erime su moleküllerinin büyümesine neden olur.	3
Donma su moleküllerinin büyümesine neden olur. Çünkü su donduğunda hacmi artar.	3
Amonyak sıvı halden gaz hale geçtiğinde, azot ve hidrojen moleküllerine ayrışır.	4
Amonyak sıvı halden gaz hale geçtiğinde, azot ve hidrojen atomlarına ayrışır.	4
Su sıvı halden gaz hale geçerken enerji, su moleküllerini oluşturan atomlar arasındaki bağları kırmak için kullanılır.	5
Su sıvı halden gaz hale geçerken enerji, su molekülleri arasında yeni bağlar oluşturmak için kullanılır.	5
Aynı miktardaki suyun gaz halini oluşturan moleküller, katı halini oluşturan moleküllerden daha hafiftir.	6
Su katı haldeyken moleküllerinin boyutu en büyük, gaz halde iken en küçüktür. Çünkü katıdan sıvıya, sıvıdan gaza doğru molekül hacmi azalır.	6
Su katı haldeyken moleküllerinin boyutu en küçük, gaz halde iken en büyüktür. Çünkü katıdan sıvıya, sıvıdan gaza doğru molekül hacmi artar.	6
Su buharlaştığında hidrojen ve oksijene dönüşür.	7-14
Su buharlaştığında hava, hidrojen ve oksijene dönüşür.	7
Su buharlaştığında sadece oksijene dönüşür.	7
Kaynamakta olan suyun içindeki baloncukların içeriği ısıdır, çünkü ısı enerjisi su tarafından emilir ve baloncuklar şeklinde serbest kalır.	8
Kaynamakta olan suyun içindeki baloncukların içeriği havadır, çünkü ısı taneciklere daha çok enerji verir ve tanecikler birbirinden ayrılır. Böylece tanecikler arasındaki hava baloncuklar şeklinde serbest kalır.	8
Kaynamakta olan suyun içindeki baloncukların içeriği oksijen ve hidrojendir, çünkü su moleküllerindeki oksijen ve hidrojen atomları gaz haline geçmek için birbirinden ayrılır.	8
Bir kaptaki su kaynarken üzerine soğuk bir cam yerleştirildiğinde kapakta su damlaları oluşur, çünkü suyu oluşturmak için hidrojen ve oksijen birleşmiştir.	9

Buhar havayla birleşmiş ve kapağın alt yüzünü ıslatmıştır.	9
Bir kaptaki su kaynarken üzerine soğuk bir cam yerleştirildiğinde kapakta su damlaları oluşur, çünkü kapak terlemiştir	9
Bir yemek tabağı yıkandıktan sonra ıslak olarak tezgahın üzerine bırakılıp bir süre beklendiğinde tabağın kuruduğu görülmüştür. Tezgahın üzerine su damlamadığına göre su karbondioksit'e dönüşmüştür.	11
Bir yemek tabağı yıkandıktan sonra ıslak olarak tezgahın üzerine bırakılıp bir süre beklendiğinde tabağın kuruduğu görülmüştür. Tezgahın üzerine su damlamadığına göre su kurumuş ve yok olmuştur.	11
Bir yemek tabağı yıkandıktan sonra ıslak olarak tezgahın üzerine bırakılıp bir süre beklendiğinde tabağın kuruduğu görülmüştür. Tezgahın üzerine su damlamadığına göre su havada hidrojen ve oksijene dönüşmüştür.	11
Donma su moleküllerinin küçülmesine sebep olur.	13
Buharlaşıma su moleküllerinin küçülmesine sebep olur.	13
Erime su moleküllerinin küçülmesine sebep olur.	13
Su sıvı halden gaz hale geçtiğinde moleküller daha düzenli hale geçer.	15
Oksijen gazını oluşturan oksijen molekülleri arasında hava vardır.	16
Oksijen gazını oluşturan oksijen molekülleri arasında oksijen vardır.	16
Isıtılan bir maddenin hacmi artar, bu nedenle ısı moleküllerin genişlemesine neden olur.	18
Aynı miktardaki sıvı madde gaz haline geçtiğinde kütlesi azalır, çünkü gazlar daha hafiftir.	18
Maddeyi oluşturan taneciklerin hızını belirleyen faktör, tanecikler arasındaki boşluk miktarıdır.	19
Maddeyi oluşturan taneciklerin hızını belirleyen faktör, taneciklerin büyüklüğüdür.	19
Kuru buz eridikten sonra karbon atomları ve oksijen molekülleri oluşur.	20
Kömüre çekiçle vurduğumuzda kömür gibi kömürü oluşturan karbon atomları da cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır.	1
Kömüre çekiçle vurduğumuzda kömür gibi kömürü oluşturan karbon atomları da irili ufaklı, yuvarlak parçalara ayrılır.	1
Kömüre çekiçle vurduğumuzda kömür gibi kömürü oluşturan karbon atomları da bazıları yuvarlak, bazıları şekilsiz parçalara ayrılır.	1
Kömüre çekiçle vurduğumuzda kömür gibi kömürü oluşturan karbon atomları da ezilir.	1
Kömüre çekiçle vurduğumuzda kömürü oluşturan karbon atomları ısınır ve genişler.	1
Kömüre çekiçle vurduğumuzda kömürü oluşturan karbon atomundan bazı parçalar kopar ve karbon atomu küçülür.	1
Kömüre çekiçle vurduğumuzda karbon atomunun önce şekli bozulur sonra futbol topu gibi esneyerek ilk halini alır.	1
Bir toplu iğneye çekiçle vurulduğunda toplu iğnedeki bir demir atomu ısınır ve genişler.	2
Bir toplu iğneye çekiçle vurulduğunda toplu iğnedeki bir demir atomu irili ufaklı yuvarlak parçalara ayrılır.	2
Bir toplu iğneye çekiçle vurulduğunda toplu iğnedeki bir demir atomu	2

ezilir ve yassılaşır.	
Bir toplu iğneye çekiçle vurulduğunda toplu iğnedeki bir demir atomu cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır.	2
Bir toplu iğneye çekiçle vurulduğunda toplu iğnedeki bir demir atomu bazıları yuvarlak bazıları şekilsiz parçalara ayrılır.	2
Bir toplu iğneye çekiçle vurulduğunda toplu iğnedeki bir demir atomunun şekli önce bozulur, sonra esneyerek eski halini alır.	2
Bir toplu iğneye çekiçle vurulduğunda toplu iğnedeki bir demir atomundan bazı parçalar kopar ve demir atomu küçülür.	2
Naftalin mum alevinde ısıtılıp eridiğinde naftalindeki bir naftalin molekülü erir ve akar.	3
Naftalin mum alevinde ısıtılıp eridiğinde naftalindeki bir naftalin molekülü irili ufaklı yuvarlaklara bölünür.	3
Naftalin mum alevinde ısıtılıp eridiğinde naftalindeki bir naftalin molekülü cam kırıkları gibi irili ufaklı, şekilsiz parçalara ayrılır.	3
Naftalin mum alevinde ısıtılıp eridiğinde naftalindeki bir naftalin molekülü ısının etkisiyle genleşir, büyür.	3
Naftalin mum alevinde ısıtılıp eridiğinde naftalindeki bir naftalin molekülü bazıları yuvarlak, bazıları şekilsiz parçalara ayrılır.	3
Naftalin mum alevinde ısıtılıp eridiğinde naftalindeki bir naftalin molekülünün üzerinden, ısının etkisiyle bazı parçalar uçar, molekül küçülür.	3
Hızla giden bir uçak, otomobil, tren vs. hava içerisindeki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülü ısınır, genleşir ve büyür.	4
Hızla giden bir uçak, otomobil, tren vs. hava içerisindeki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülünden bazı parçalar kopar ve azot molekülü küçülür.	4
Hızla giden bir uçak, otomobil, tren vs. hava içerisindeki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülü irili ufaklı küresel parçalara ayrılır.	4
Hızla giden bir uçak, otomobil, tren vs. hava içerisindeki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülü cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır.	4
Hızla giden bir uçak, otomobil, tren vs. hava içerisindeki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülü bazıları yuvarlak, bazıları da şekilsiz parçalara ayrılır.	4
Hızla giden bir uçak, otomobil, tren vs. hava içerisindeki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülü ezilir.	4
Hızla giden bir uçak, otomobil, tren vs. hava içerisindeki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülünün önce şekli bozulur, sonra futbol topu gibi esneyerek eski halini alır.	4
Hızla giden bir uçak, otomobil, tren vs. hava içerisindeki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülüne uçağın keskin yeri çarparsa, azot molekülü kesilerek dilimlere ayrılır.	4
Hızla giden bir uçak, otomobil, tren vs. hava içerisindeki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülüne uçağın sivri yerleri çarparsa molekül delinir.	4
Katı haldeki civa eridiğinde civayı oluşturan bir civa atomu da erir ve akar	5

Katı haldeki civa eridiğinde civayı oluşturan bir civa atomu irili ufaklı parçalara ayrılır.	5
Katı haldeki civa eridiğinde civayı oluşturan bir civa atomundan parçalar kopar ve küçülür.	5
Katı haldeki civa eridiğinde civayı oluşturan bir civa atomu büyür.	5
Sıvı haldeki civa gaz haline geldiğinde civayı oluşturan bir civa atomu da buharlaşır.	5
Sıvı haldeki civa gaz haline geldiğinde civayı oluşturan bir civa atomu daha küçük parçalara ayrılır.	5
Sıvı haldeki civa gaz haline geldiğinde civayı oluşturan bir civa atomundan daha fazla parçalar kopar ve daha da küçülür.	5
Sıvı haldeki civa gaz haline geldiğinde civayı oluşturan bir civa atomu gittikçe büyür.	5

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde, tarama grubundaki öğrencilerin MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT testlerinden elde ettikleri başarılar doğrultusunda, maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili var olan kavram yanlışlarına ilişkin sonuçlara yer verilmiştir. Ayrıca deney grubuna uygulanan modele dayalı etkinliklerin, maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkisine yer verilmiştir. Kavram yanlışlarının en aza indirilmesi için, bu çalışmadan elde edilen verilere göre öneriler sunulmuştur.

5.1. Sonuçlar

5.1.1. Tarama Grubunu Oluşturan Öğrencilerin MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT Testlerine İlişkin Sonuçlar

1. Öğrencilere uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları öğrencilerin bulundukları öğretim seviyesine göre, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir. Hem ilköğretim hem de ortaöğretim seviyesindeki öğrencilerin, maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışları bulunmaktadır. Bu kavram yanlışlarının bulunma oranı ilköğretim öğrencilerinde, ortaöğretim öğrencilerine göre daha fazladır.

2. Öğrencilere uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları, öğrencilerin bulundukları öğretim kademesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir. Birinci ve ikinci kademe öğrencileri genel başarı ortalamasının altında kalırken, üçüncü kademe öğrencileri genel başarı ortalamasının üzerinde başarı göstermişlerdir.

3. Öğrencilerin bulundukları sınıfa bağlı olarak MPYDT, MPYKT, MPYT ve MDYT başarıları istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir.
4. Öğrencilere uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları, öğrencilerin bulunduğu bilişsel gelişim dönemlerine göre, anlamlı bir farklılık göstermektedir. Soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin başarıları, somut işlemler dönemindeki öğrencilere göre daha yüksektir.
5. Öğrencilere uygulanan MPYDT, MPYKT, MPYT testi başarıları ile MDYT başarıları cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir. Ancak kız öğrencilerin başarı puanları, erkek öğrencilerin başarı puanlarından daha yüksektir.
6. Öğrencilerin MPYT başarıları ile MDYT'den aldıkları puanlar arasında anlamlı bir ilişki vardır. Öğrencilerin MPYT ve MDYT'den aldıkları puanlar arasında yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olması, her iki testin ölçtüğü niteliklerin güvenilirliği açısından, başarılı olduklarını göstermektedir.
7. Öğrencilerin MPYDT ve MDYT'den aldıkları puanlar arasında anlamlı bir ilişki vardır. Öğrencilerin MPYDT ve MDYT'den aldıkları puanların arasında yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olması, her iki testin de ölçtüğü nitelikler açısından, güvenilir olduğunu gösterir.
8. Öğrencilerin MDYT ve MPYKT'den aldıkları puanlar arasında anlamlı bir ilişki vardır. Öğrencilerin MDYT ve MPYKT'den aldıkları puanların arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olması, her iki testin de ölçtüğü niteliklerin güvenilirliği açısından, başarılı olduklarını göstermektedir.
9. MPYKT ve MPYDT'de yer alan sorulardan aynı kavramayı ölçmeye yönelik olanlar arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Bu öğrencilerin aynı bir kavrama ile ilgili sorulara verdikleri cevapların tutarlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin sorulara cevap verirken yeterince odaklandıklarını işaret etmektedir.

Tarama grubuna uygulanan testler sonucunda yukarıda elde edilen sonuçlar, bize genel olarak 4. sınıftan 12. sınıf seviyesine kadar birçok öğrencinin, madde ve

maddenin parçacıklı yapısını ifade eden atom ve molekül kavramı hakkında çok sayıda kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermiştir. Atom ve molekül kavramlarını anlama kimya eğitiminin temelidir. Bu araştırma, madde kavramının yanlış anlaşılmasının temelinde atom ve molekül kavramıyla ilgili kavram yanlışlarının olduğunu da göstermiştir.

Sınıf seviyesi arttıkça, öğrencilerin testlerden elde ettikleri başarı oranı artmıştır. Bu, ortaöğretim seviyesindeki öğrencilerin, ilköğretim seviyesindeki öğrencilere göre maddenin parçacıklı yapısı konusunda daha başarılı olduklarını göstermektedir. Elde edilen bu sonuç öğrencilerin öğrenim gördüğü müfredat programıyla ilgili olabilir. Çünkü sınıf seviyesi ilerledikçe öğrenciler madde ile ilgili olan konularla daha fazla karşılaşmaktadır. Yani 12. sınıfta bulunan bir öğrenci madde konusunu hem ortaöğretim de hem de ilköğretim seviyesinde öğrenmektedir. Öğrenci bu konuyla ve bağlantılı olan diğer konularda 12. sınıfa kadar daha çok karşılaştığı için, bakış açısı değişmekte ve kavram yanlışları azalmaktadır.

Aynı zamanda elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin MDYT'den elde ettikleri başarı ile, MPYKT, MPYDT ve MPYT'den elde ettikleri başarılar arasında istatistiksel olarak yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Bu sonuç, mantıksal düşünme yeteneği yüksek olan öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısını kavramada, mantıksal düşünme yeteneği zayıf olan öğrencilere göre, daha başarılı olduklarını göstermektedir. Yine bu sonuca göre, soyut işlemler döneminde olmalarına rağmen 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme yeteneklerinin, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Soyut işlemler döneminde olmasını beklediğimiz öğrencilerin bir kısmının, bu dönemin özelliklerini gösteremedikleri, bu nedenle duyu organları ile algılamayan bir kavram olan maddenin parçacıklı yapısını kavramakta zorlandıkları belirlenmiştir. Bu da maddenin parçacıklı yapısı konusunun öğretiminde ne seviyede olursa olsun, mutlaka kavramların modele dayalı etkinlikler ya da görsel modellerle somutlaştırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Bilişsel gelişim dönemlerine göre, öğrencilerin testlerden elde ettikleri başarı oranı farklılık göstermektedir. Soyut işlemler dönemindeki öğrencilerin başarısı, somut işlemler dönemindeki öğrencilerin başarısından daha yüksektir. Elde edilen bu sonuç

Piaget'nin ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim çağındaki çocuk ve gençlerin konuşma, düşünme, problem çözme, analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel fonksiyonları ile sosyal ve duygusal gelişim özelliklerinin birbirinden farklı olduğunu savunan, zihinsel yapılanma kuramının kavram öğrenimindeki etkisini açıklamaktadır. Maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavramları öğrenmede soyut işlemler dönemindeki öğrenciler, somut işlemler dönemindeki öğrencilerden daha başarılıdır. Ancak her öğrencinin bulunduğu bilişsel gelişim döneminin özelliklerini gösteremeyeceği de bu araştırma sonucu belirlenmiştir.

Araştırmanın ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerini kapsamı bu iki farklı okul türü arasındaki farkı da anlamayı kolaylaştırmıştır. Ayrıca çalışmanın örnekleminin Denizli'deki okullardan rastgele seçim yöntemiyle seçilmiş olması elde edilen sonuçların Denizli'deki tüm ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerine genellenebilmesini sağlamaktadır.

Öğrencilerin sahip olduğu ilk fikirler, öğrenmede oldukça etkilidir. Onlar için kendilerine mantıklı gelen bir fikri, yanlış da olsa değiştirmek zordur. Bu durum nedeniyle bazı sorularda 4. sınıf seviyesinden 12. sınıf seviyesine kadar pek çok sınıfta, aynı tip kavram yanlışları tespit edilmiştir. Uygulanan testlerin sonuçlarına bakıldığında, öğrencilerin başarısızlığının temel nedeninin, onların maddeyi bilimsel anlamından uzakta, gördükleri gibi algılayarak, maddenin makroskopik özelliklerindeki değişiklikleri atomik ve moleküler seviyeye transfer etme eğiliminde olmalarından kaynaklandığı, tespit edilmiştir.

5.1.2. Araştırma Sonucu Elde Edilen Kavram Yanılgıları

Araştırmada sonucunda elde edilen kavram yanlışları Tablo 4.14'te liste halinde verilmiştir. Elde edilen kavram yanlışlarının büyük bir kısmı, literatürde verilen diğer çalışmalarda da gözlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen kavram yanlışlarını, literatürde elde edilen kavram yanlışları ile ilişkilendirerek, aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz:

1. Buz eridiğinde hidrojen ve oksijen moleküllerine ayrışır ya da buz eridiğinde hidrojen ve oksijen atomlarına ayrışır. Öğrenciler buzun erimesi olayında, buzlu oluşturan su moleküllerindeki taneciklerin birbirinden ayrılacağını, yani buzun parçacıklı yapısının

değişeceğini düşünmektedirler. Öğrenciler, fiziksel değişimi, kimyasal bir değişim gibi algılamaktadırlar. Maddenin katı halden sıvı hale geçmesi, yani fiziksel değişime uğraması sonucu, parçacıklı yapının da değişmesi şeklindeki kavram yanlışlığına, literatürde başka araştırma sonuçlarında da rastlanmıştır (Erdem vd., 2004; Haidar, 1988; Yezierski, 2003).

2. Aynı miktardaki suyun sıvı halinde, katı haline göre daha fazla sayıda su molekülü vardır. Bu kavram yanlışlığının oluşma nedeni, öğrencilerin katı halden sıvı hale geçen suyun hacim olarak daha fazla yer kapladığını gözlemlemesidir. Öğrenciler suyun gözlemleyebildikleri makroskopik özelliğinin, suyun parçacıklı yapısında da olduğunu düşünmektedirler. Taneciklerin sayısının maddenin haline bağlı olarak değişeceği yanlış kavramına, literatürde başka araştırmalarda da rastlanmıştır (Griffits & Preston, 1992; Haidar, 1988; Özmen ve Kenan, 2007).

3. Sıvı haldeki suyu oluşturan moleküller, gaz haldeki suyu oluşturan moleküllerden daha hızlı hareket ederler. Öğrenciler gaz moleküllerini göremediklerinden, gözlemledikleri su moleküllerinin, gözlemleyemedikleri gaz moleküllerinden daha hızlı hareket ettiğini düşünmektedirler. Bu kavram yanlışlığına Yezierski (2003) tarafından yapılan araştırmada da rastlanmıştır.

4. Yoğunlaşma, erime ya da donma olayları, su moleküllerinin büyümesine neden olur. Bu kavram yanlışlığı, öğrencilerin yine gözlemledikleri makroskopik özellikleri, mikroskopik boyuta genellemelerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin suyun donunca moleküllerinin büyüklüğünün artacağı yanlış kavramına sahip bir öğrenci, “su donduğunda hacmi artar” açıklamasını yapmıştır. Öğrenciler madde hal değiştirdiğinde, taneciklerinin büyüklüğünün değişeceğini düşünmektedirler. Mülakatlar sonucu, öğrencilerin yoğunlaşma olayında ısı alan taneciklerin büyüyeceği, erime olayında eriyen katının kapladığı hacim arttığından, su moleküllerinin büyümüş olabileceği, donma olayında ise donan suyun hacmi arttığından moleküllerin büyüyeceği sonucuna ulaştıkları saptanmıştır. Taneciklerin boyutunun maddenin haline bağlı olarak değiştiği yanlış kavramına, başka araştırmalarda da rastlanmıştır (Griffits & Preston, 1992; Lee et al., 1993).

5. Amonyak sıvı halden gaz hale geçtiğinde, azot ve hidrojen moleküllerine ya da azot ve hidrojen atomlarına ayrışır. Öğrenciler sıvı halden gaz hale geçen bir maddenin molekül yapısının değişeceğini, molekülü oluşturan taneciklerin birbirinden ayrılacağını düşünmektedirler. Aynı kavram yanılıgına Yeziarski (2003) tarafından yapılan araştırmada da rastlanmıştır.

6. Su sıvı halden gaz hale geçerken enerji, su moleküllerini oluşturan atomlar arasındaki bağları kırmak için ya da su molekülleri arasında yeni bağlar oluşturmak için kullanılır. Sıvı halden gaz hale geçen maddenin moleküllerindeki taneciklerin ayrılacağı yanlış kavramına sahip olan öğrenciler, bu olayda enerjinin su moleküllerini oluşturan atomlar arasındaki bağları kırmak için kullanıldığını, düşünmektedirler. Bazı öğrenciler ise su molekülleri arasında yeni bağlar oluşturmak için, enerji kullanılacağı yanlış kavramına sahiptir. Aynı kavram yanılıgısı başka araştırmalarda da elde edilmiştir (Pideci, 2002; Yeziarski, 2003).

7. Aynı miktardaki suyun gaz halini oluşturan molekülleri, katı halini oluşturan moleküllerinden daha hafiftir. Öğrenciler maddelerin gaz halinin, diğer hallerine göre daha hafif olduğunu, hatta gazların ağırlılığının olmadığını düşünmektedirler. Maddenin hallerine bağlı olarak taneciklerinin ağırlılığının değişeceği, yanlış kavramına başka araştırmalarda da rastlanmıştır (Griffits & Preston, 1992; Pideci, 2002).

8. Su katı haldeyken moleküllerinin boyutu en büyük, gaz halde iken en küçüktür. Çünkü katıdan sıvıya, sıvıdan gaza doğru molekül hacmi azalır. Su katı haldeyken moleküllerinin boyutu en küçük, gaz halde iken en büyüktür. Çünkü katıdan sıvıya, sıvıdan gaza doğru molekül hacmi artar. Maddenin hallerine bağlı olarak taneciklerinin büyüklüklerinin değişeceği yanlış kavramı, öğrencilerin maddenin makroskopik özelliklerini, mikroskopik boyuta genellemelerinden kaynaklanmaktadır. Aynı kavram yanılıgısına literatürde de rastlanmıştır (Griffits & Preston, 1992; Lee et al., 1993).

9. Su buharlaştığında hidrojen ve oksijene; hava, hidrojen ve oksijene; sadece oksijene dönüşür. Su sıvı halden gaz hale geçtiğinde, suyu oluşturan moleküllerdeki taneciklerin ayrılacağı yanlış kavramı, başka araştırmalarda da elde edilmiştir (Haidar, 1988; Yeziarski, 2003).

10. Kaynamakta olan suyun içindeki baloncukların içeriği ısıdır, çünkü ısı enerjisi su tarafından emilir ve baloncuklar şeklinde serbest kalır. Kaynamakta olan suyun içindeki baloncukların içeriği havadır, çünkü ısı taneciklere daha çok enerji verir ve tanecikler birbirinden ayrılır. Böylece tanecikler arasındaki hava, baloncuklar şeklinde serbest kalır. Kaynamakta olan suyun içindeki baloncukların içeriği oksijen ve hidrojendir, çünkü su moleküllerindeki oksijen ve hidrojen atomları gaz haline geçmek için birbirinden ayrılır. Kaynamakta olan suyun içindeki baloncukların yapısına ilişkin literatürde pek çok araştırmada benzer kavram yanlışlarına rastlanmıştır (Boz, 2004; Lee et al.,1993; Miller, 2008; Novick & Nussbaum, 1978, 1981; Osborne & Cosgrove, 1983).

11. Bir kaptaki su kaynarken üzerine soğuk bir cam yerleştirildiğinde, kapakta su damlalarının oluşma nedeni sorulduğunda öğrenciler şu cevapları vermişlerdir: “suyu oluşturmak için hidrojen ve oksijen birleşmiştir”, “buhar havayla birleşmiş ve kapağın alt yüzünü ıslatmıştır”, “kapak terlemiştir”. Yoğunlaşma olayı ile ilgili olan benzer kavram yanlışlarına, başka araştırmalarda da rastlanmıştır (Miller, 2008; Yezierski, 2003).

12. Öğrencilerin buharlaşma olayı ile ilgili kavram yanlışlarının olduğu görülmüştür. Mutfak tezgahına bırakılan ıslak tabağın kurummasının nedeni, öğrenciler tarafından “suyun karbondioksit dönüşmesi”, “suyun kuruyup yok olması” ya da “suyun havada hidrojen ve oksijene dönüşmesi” şeklinde açıklanmıştır. Benzer kavram yanlışları başka araştırmalarda da bulunmuştur (Yezierski, 2003).

13. “Donma, buharlaşma ya da erime su moleküllerinin küçülmesine sebep olur” şeklindeki kavram yanlışlığı da araştırmada elde edilmiştir. Öğrenciler hal değişim olaylarında, maddenin parçacıklarının boyutunun değişeceğini düşünmektedirler. Aynı kavram yanlışlığı daha önce yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir (Griffits & Preston, 1992; Haidar, 1988; Haidar & Abraham, 1991; Novick & Nussbaum, 1981).

14. “Su sıvı halden gaz hale geçtiğinde moleküller daha düzenli hale geçer” yanlış kavramı, bu araştırmada elde edilen kavram yanlışlarından biridir. Bu kavram yanlışlığına sahip olan öğrencilerin, moleküllerin hareketi ile düzenli yapı arasındaki ilişkiyi de kavrayamamış oldukları tespit edilmiştir. Gaz taneciklerinin hareketi ile ilgili

olarak; düzenli hareket ettikleri ya da gazların sürekli bir yapı gösterdikleri şeklindeki kavram yanlışlarına, başka araştırmalarda da rastlanmıştır (Novick & Nussbaum, 1981).

15. “Oksijen gazını oluşturan oksijen molekülleri arasında hava ya da oksijen vardır”. Maddeyi oluşturan moleküller arasında, aynı maddenin ya da havanın olduğu şeklindeki kavram yanlışına başka araştırmalarda da rastlanmıştır (Griffits & Preston, 1992; Lee et al., 1993).

16. Aynı miktardaki sıvı madde, gaz haline geçtiğinde kütlesi azalır, çünkü gazlar daha hafiftir. Öğrenciler gazları sıvılarla karşılaştırdıklarında, gözlemlerinden yola çıkarak ya daha hafif olduklarını ya da gazların hiç kütlesinin olmadığını düşünmektedirler. Aynı kavram yanlışısı başka araştırma sonuçlarında da yer almaktadır (Griffits & Preston, 1992; Pideci, 2002)

17. Maddeyi oluşturan taneciklerin hızını belirleyen faktör, tanecikler arasındaki boşluk miktarı ya da taneciklerin büyüklüğüdür. Öğrenciler taneciklerin hareket etmelerindeki temel etkenin, onların sahip oldukları enerji değil de, taneciklerin arasındaki boşluk miktarı ya da tanecik büyüklüğü olduğunu düşünmektedirler. Bu kavram yanlışısına sahip olan öğrenciler tanecikler arasında ne kadar çok boşluk varsa, o kadar hızlı hareket edeceğini düşünmekte ancak hareketin taneciğin enerjisine bağlı olduğunu düşünememektedirler. Aynı şekilde büyük taneciklere oranla, küçük taneciklerin daha hızlı hareket edeceği yanlış kavramına sahiptirler. Aynı kavram yanlışısı, başka araştırma sonuçlarında da yer almıştır (Griffits & Preston, 1992; Yezierski, 2003).

18. Kömüre çekiçe vurduğumuzda, kömür gibi kömürü oluşturan karbon atomları da cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara, irili ufaklı yuvarlak parçalara, bazıları yuvarlak bazıları şekilsiz parçalara ayrılırlar. Kömürü oluşturan karbon atomları da ezilir, ısınır, genişler; karbon atomundan bazı parçalar kopar ve karbon atomu küçülür; karbon atomunun önce şekli bozulur sonra futbol topu gibi esneyerek ilk halini alır, şeklindeki kavram yanlışlarına bu araştırmada rastlanmıştır. Öğrenciler kömüre çekiçe vurulduğunda, kömürü oluşturan bir karbon atomunun da kömür gibi değişikliğe uğrayacağı, başka bir deyişle atomun parçalanabileceği şeklinde bir kavram yanlışısına sahiptirler. Söz konusu durum, öğrencilerin makroskopik düzeyde gerçekleşen

değişiklikleri, mikroskopik basamağa yani atomik veya moleküler seviyeye transfer etme eğiliminden kaynaklanmaktadır. Başka bir deyişle öğrenciler, günlük hayattan tanıdıkları kömürü bütünsel haliyle algılayarak gözlemledikleri fiziksel değişimlerin, yani çekiçle bir kömür parçasına vurularak parçalara ayrılması olayının, kömürü oluşturan “karbon” atomlarında da görüleceğini düşünmüşler ve “atomun parçalanabileceği” kavram yanlışlığına kapılmışlardır. Benzer sonuçlar literatürde başka araştırmalarda da elde edilmiştir (Griffiths & Preston, 1992; Gündüz, 2001; Nakhleh, 1994; Novick & Nussbaum, 1978).

19. Bir toplu iğneye çekiçle vurulduğunda, toplu iğnedeki bir demir atomu ısınır ve genişir, irili ufaklı yuvarlak parçalara ayrılır, ezilir ve yassılaşır, cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır, bazıları yuvarlak bazıları şekilsiz parçalara ayrılır, demir atomunun şekli önce bozulur sonra esneyerek eski halini alır, demir atomundan bazı parçalar kopar ve demir atomu küçülür şeklindeki kavram yanlışlıkları bu araştırmada elde edilmiştir. Birinci soruyla aynı özellikte bir soru olmasına rağmen, mülakatlarda bu soruya doğru yanıt veren öğrenci sayısı daha fazladır. Bunun nedeni öğrencilerin bilincindeki “toplu iğnenin yapıldığı madde demirdir ve demire çekiçle vurunca herhangi bir değişiklik olmaz, çünkü demir çok sert bir maddedir” görüşüdür, yani bu soruya doğru cevap veren bir kısım öğrenci atom ve molekül kavramını bildiğinden değil, demirin çok sert ve kolay kırılmayan bir madde olmasından dolayı, bu soruya doğru cevap vermiştir.

20. Naftalin mum alevinde ısıtılıp eridiğinde, naftalindeki bir naftalin molekülü erir ve akar; irili ufaklı yuvarlaklara bölünür; cam kırıkları gibi irili ufaklı şekilsiz parçalara ayrılır; ısının etkisiyle genişir, büyür; bazıları yuvarlak bazıları şekilsiz parçalara ayrılır; naftalin molekülünün üzerinden ısının etkisiyle bazı parçalar uçar, molekül küçülür, şeklindeki kavram yanlışlıklarına bu araştırmada rastlanmıştır. Birinci ve ikinci soruda fiziksel etkilerle atomun değişmeyeceğini bilemeyen öğrencilerin, aynı şeyi moleküller için de genellediklerinden, yani atom ve molekül kavramlarını tamamıyla kavrayamadıklarından bu kavram yanlışlıklarına sahip oldukları söylenebilir. Bu kavram yanlışlığına, Gündüz (2001) tarafından yapılan araştırmada da rastlanmıştır.

21. Hızla giden bir uçak, otomobil, tren vs. hava içerisindeki bir azot molekülüne çarptığında, azot molekülü ısınır, genişir ve büyür; azot molekülünden bazı parçalar

kopar ve azot molekülü küçülür; azot molekülü irili ufaklı küresel parçalara ayrılır; azot molekülü cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır; azot molekülü bazıları yuvarlak bazıları da şekilsiz parçalara ayrılır; azot molekülü ezilir; azot molekülünün önce şekli bozulur sonra futbol topu gibi esneyerek eski halini alır; azot molekülüne uçağın keskin yeri çarparsa azot molekülü kesilerek dilimlere ayrılır; azot molekülüne uçağın sivri yerleri çarparsa molekül delinir. Bu soruya verilen cevaplardaki kavram yanlışlarının da en büyük nedenlerinden biri, makroskopik yapıdaki olayların öğrenciler tarafından mikroskopik seviyeye indirgenmesidir. Benzer kavram yanlışları Griffiths ve Preston (1992) tarafından da tespit edilmiştir.

22. Katı haldeki civa eridiğinde civayı oluşturan civa atomu da erir ve akar; civa atomu irili ufaklı parçalara ayrılır; civa atomundan parçalar kopar ve küçülür; civa atomu büyür. Sıvı haldeki civa gaz haline geldiğinde civayı oluşturan civa atomu buharlaşır; civa atomu daha küçük parçalara ayrılır; civa atomundan daha fazla parçalar kopar ve daha da küçülür; civa atomu gittikçe büyür. Mülakatlarda elde edilen sonuca göre, öğrencilerin büyük çoğunluğunun yanılmasına sebep olan etken, fiziksel olarak gözlemlerini, atom ve molekül boyutuna genelleyerek değerlendirmeleridir. Öğrencilerin maddenin bütünsel halini benimseyerek, maddelerin hal değiştirirken atom ve moleküllerin de hal değiştireceğini düşünmeleri, onları alışık olduğumuz bir kavram yanlışlığına götürmektedir. Bu kavram yanlışlığı literatürde başka araştırmalarda da tespit edilmiştir (Griffiths & Preston, 1992; Gündüz, 2001).

5.1.3. Çalışma Grubunu Oluşturan Öğrencilerin Ön Test - Son Test MPYDT, MPYKT ve MPYT Başarılarına İlişkin Sonuçlar

Öğrencilerin MPYDT, MPYKT, MPYT testleri ve mülakatlar sonucunda elde edilen kavram yanlışlarının iyileştirilmesinde modellemeye dayalı etkinliklerin etkisi var mıdır? sorusuna cevap aramak üzere 166 öğrenciden oluşan çalışma grubuna uygulanan MPYDT, MPYKT ve MPYT testlerinden elde ettikleri başarının, modele dayalı etkinliklerle öğretimden sonra, arttığı belirlenmiştir. Aşağıdaki Tablo 5.1’de her sınıf için testlerden elde edilen başarı artış oranları yüzde olarak verilmiştir.

Tablo 5.1. *Modele Dayalı Etkinliklerin MPYDT, MPYKT ve MPYDT Başarı Artışına Etkisi*

Sınıflar	MPYDT Başarı Artışı	MPYKT Başarı Artışı	MPYT Başarı Artışı
4	%64	%376	%100
5	%41	%525	%69
6	%54	%412	%82
7	%29	%140	%43
8	%36	%335	%58
Genel	%42	%302	%65

Tabloyu incelediğimizde, başarının sınıf seviyesiyle orantılı bir şekilde artmadığını görmekteyiz. Bu sonucun temelinde yatan sebepleri aşağıdaki şekilde listeleyebiliriz.

1. 4 ve 5. sınıfta öğrencilere sezdirilmeye çalışılan atom ve molekül kavramlarının 6'ncı ve 7'nci sınıfa gelinceye kadar, geçen zamanla birlikte unutulmuş olması,
2. 8'nci sınıfların MPYDT ve MPYT başarılarındaki artışın, diğer sınıflarla karşılaştırıldığında genel başarı artışının altında kalmasının nedeni, bu öğrencilerin SBS'ye hazırlanmalarından dolayı uygulanan testlere yeteri kadar önem vermemesi,
3. Öğretmenlerin öğrencilerin konuyu anlamasını etkin kılacak çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerini bilmemesi, araştırmaması ya da bunları uygulama açısından yetersiz kalması,
4. Öğrencilerin mikro düzeyde gerçekleşen atom ve molekül olaylarını makro düzeydeki olaylarla bağdaştırmaya çalışmaları,
5. Öğrencilerin geçmişten beri sahip olduğu bazı kavram yanılgılarını değiştirememeleri,
6. Okullardaki kalabalık sınıflardan ve fiziksel imkanların yetersizliğinden dolayı, uygulamaya yönelik çalışmalara yeterince yer verilememesi, bunun sonucunda öğrenmenin etkin hale geçirilememesi.

Genel olarak testlerden elde edilen başarı artış oranının en fazla MPYKT başarısı olduğu görülmüştür. Bu test öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarını tespit etmek üzere, Sarıkaya (1996) tarafından hazırlanan, şekilsel sorulardan oluşan bir testtir. Test sonucunda öğrencilerde var olduğu saptanan kavram yanlışlarının giderilmesinde işlenen derste, araştırmacı tarafından sınıfa sorularda yer alan maddeler ve bu maddelerin taneciklerini temsil eden renkli boncuklar getirilerek, model olarak kullanılmıştır. Öğrencilerin MPYKT'den elde ettikleri başarı artışının, MPYDT'ye göre daha yüksek olması sonucu, gerçek ya da gerçeğe yakın modeller yardımı ile maddenin parçacıklı yapısını daha iyi kavradıklarını ortaya koymaktadır.

Modeller gerçeğin bir benzeri olduğu için, çok küçük olduğundan görünmeyen veya çok büyük olduğu için direkt algılanamayan kavramları somutlaştırarak daha kolay anlaşılmasını sağlar. Gözle görülen şeyler ilgi çektiği için kolay kolay unutulmaz. Atom ve moleküller küçük olduğu için gözle direkt algılanamaz. Araştırmada etkinlikleri yaparken kullandığım renkli boncuklar, atom ve molekülleri öğrenciler için daha somut bir hale getirerek daha iyi kavranmasını sağlamıştır. Örneğin öğrenciler güneş tutulması, ay tutulması gibi olayları kolay kolay anlayamazlar. Öğrencilere bu olayları anlayabilecekleri şekilde ucuz ve basit malzemelerle yapılan bir model, bu kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlar. Yine öğrencilere elektriklenme olayı anlatılırken, yünlü kumaş getirilip ebonit çubuk, kalem gibi cisimlere sürtülerek bu olayın çok daha iyi kavratılması sağlanabilir. Basit malzemelerle örneğin, ufak bir şişe içine takılan bakır bir telin uçlarına iki yaprak halinde takılan alüminyum folyo parçaları ile yapılan bir elektroskop üzerinde elektriklenme olayını göstermek, iki boyutlu bir tahtaya elektroskop çizip bu kavramı anlatmaktan çok daha öğreticidir.

Bu şekilde modellemeye dayalı olarak yapılan etkinlikler, öğrencilerin tek tek veya gruplar halinde katıldığı bir etkinlik olduğu için öğrenciler arasındaki sosyal etkileşimi de geliştirir. Modelle gerçeği arasındaki farka dikkat çekilirse, kavram yanlışları büyük ölçüde önlenmiş olur. Basit modellerin bizzat öğrencilere yaptırılması onlar için pozitif yönde bir motivasyon sağlar (Turgut vd., 1997).

Atom ve molekül kavramları ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde araştırmada kullanılan modele dayalı etkinlikler başarılı olmuştur. Aynı sonuç literatürde yer alan diğer araştırmalarda da karşımıza çıkmaktadır (Adadan, 2006; Ardaç

ve Akaygün, 2004; Barnea & Dori, 1996, 2000; Kim, 2008; Liu, Lai & Chiu, 1997; Merritt & Krajcik, 2008; Sarıkaya, 1995; Sarıkaya, 2007b; Şimşek, 2009; Williamson, 1992; Wu, Krajcik & Soloway, 2001).

Öğrencilerin MPYDT'den elde ettikleri genel başarı artış oranı (%42.00), MPYKT'den elde ettikleri genel başarı artış oranından (%302.00) daha düşüktür. MPYDT'nin ölçtüğü kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik derste ise araştırmacı tarafından bilgisayar aracılığı ile öğrencilere hareketli, görsel, üç boyutlu modelleri içeren bir sunum yapılmıştır. Kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar modelleri etkili olmasına rağmen, gerçek ve öğrencilerin bire bir etkileşimde bulunacakları modellerin daha etkili olduğu, sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırma sonucunda kimya öğretiminin temel taşı olarak da niteleyebileceğimiz, maddenin parçacıklı yapısını oluşturan atom ve molekül kavramlarının anlaşılmasında, modellemeye dayalı etkinliklerden yararlanmanın etkili bir yöntem olduğu görülmüştür. Öğrencilere daha önce bilmedikleri bir kavram kelimeler yoluyla anlatıldığında öğrenciler o kavramı oluşturan yapılar arasında ilişki kurmakta, duyu organlarıyla algılanamayan tanımları kavramakta zorlanırlar. Sonuçta “Kelimeler, görsel gereçler gibi simgeledikleri şeylere benzemezler” (Yalın, 1999: 70). Görsel gereçler, çok küçük veya büyük, ya da karmaşık olduğu için yapılandırılmayan kavramları kelimelerle ilişkilendirerek öğrencilerin konuya olan ilgisini arttırır, böylece öğretmenin daha az çaba sarf ederek, daha kısa sürede duyu organlarıyla algılanamayan bir kavramı öğrencilerine anlatmasını sağlarlar. Bu şekilde yapılan eğitimin sonucunda, Tablo 5.1’de sunulan sonuçlar incelendiğinde, öğrencilerin başarısında büyük bir artış olduğu gözlenmiştir.

5.2. Öneriler

Uygulanan testlerin sonuçlarının analizi ve mülakatlardan elde edilen sonuçlara dayanılarak, öğrencilerde maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili var olan kavram yanlışlarının iyileştirilmesinde daha etkili ve verimli bir öğrenim imkanı sağlamak ve kavram yanlışlarını en alt seviyeye indirebilmek için bazı önerilerde bulunulabilir. Bunlar:

1. Araştırma sonuçları incelendiğinde öğrencilerde maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili pek çok kavram yanlışlığının olduğu görülmüştür. Maddenin parçacıklı yapısı ilköğretimdeki fen dersi ve ortaöğretimdeki kimya dersinin temel taşlarından biridir. Öğrenci madde konusunda kavram yanlışları düzeltilmeden diğer konuları (örn. hal değişimi, kimyasal tepkimeler, fiziksel-kimyasal değişme, vb.) öğrenmeye çalıştığında başka sorunlarla karşılaşabilecek ve daha farklı kavram yanlışları oluşabilecektir. Bu nedenle öğretmenler, öğrencilerde maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili hangi kavram yanlışlarının bulunduğunu öğrenmeli ve kendi öğretimlerini de bu kavram yanlışlarını önleyecek şekilde düzenlemelidirler.

2. Öğrencilerin bir kavramla ilgili sahip olduğu ilk fikirler, öğretimde oldukça etkilidir ve onlar için kendilerine mantıklı gelen bir fikri yanlış da olsa değiştirmek oldukça zordur. Çünkü onlar dünyayı kendi gördükleri gibi algılamaktadırlar. Bu nedenle yeni öğrenilen bilgilerin, daha önce zihinde oluşturulan fikirlere uyum sağlaması gerekmektedir, aksi takdirde zihindeki uyumsuzluklar öğrenmeyi engelleyecektir. Öğrenciler genellikle kavram yanlışlarında inatla ısrar etme eğilimindedirler. Onlara önceden öğrendikleri bir şey farklı bir biçimde sunulursa daha önceden gördüğü için konuya yeterli önemi vermez, böylelikle kavram yanlışlığını düzeltmesi güçleşir. Bu nedenle değişik öğretim yöntem ve teknikleri kullanılarak, bu kavram yanlışlarının giderilmesi için gerekli önlemler en kısa sürede alınmalıdır.

3. Araştırmada kullanılan modele dayalı etkinlikler müfredat programlarında da yer almaktadır. Buna rağmen maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşması engellenememektedir. Bu, etkinliklerin yeterli bir şekilde uygulanmadığını da göstermektedir. Fen ve Teknoloji dersi müfredatındaki kimya konularının oranı, fizik ve biyoloji konuları ile karşılaştırıldığında daha azdır. Ancak sekizinci sınıfta fizik, kimya ve biyoloji konularının eşit oranlarda programda yer aldığı görülmektedir. Modele dayalı etkinliklerin duyu organları ile algılanamayan kimya kavramlarının öğretiminde daha fazla ve etkili bir şekilde kullanılması, ilköğretimin her aşamasında kimya konularının müfredatta daha fazla yer almasını da sağlayacaktır.

4. Bir öğretimin başarısı, dersin öğrencilerin bilgi ve beceri düzeyine uygun olarak planlanması ve uygulanmasına bağlıdır. Öğrencilerin önceden sahip oldukları bilgi, beceri ve davranışlar giriş davranışları olarak adlandırılır. Öğrencilerin giriş

davranışlarını dikkate almamak ya da yanlış saptamak öğretimin çok güç veya çok basit olmasına neden olabilir (Yalın, 1999). Bu nedenle öğrencilere madde ve maddenin temel yapısını oluşturan atom ve molekül kavramları öğretilmeden önce giriş davranışları, ön bilgileri sınanmalıdır.

5. Fen eğitimi faaliyetleri öğrencilerin gelişim basamaklarına uygun olarak planlanmalıdır. Çünkü ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim çağındaki çocuk ve gençlerin konuşma, düşünme, problem çözme, analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel fonksiyonları ile sosyal ve duygusal gelişim özellikleri birbirinden farklıdır. Yaklaşık 60 yıl çocuklar üzerinde araştırma yapan Piaget, zihinde yapılanma kuramını ortaya koymuştur. Fen eğitimcileri Piaget'nin çalışmalarını 1960'lı yıllarda keşfetmişler ve günümüze kadar yapılan fen araştırmaları ile fen programlarını geliştirme çalışmaları Piaget'den önemli ölçüde etkilenmiştir. Piaget'nin fen öğretimine en büyük katkısı öğretim ortamında somut materyalleri kullanma ve araştırmaya dayalı öğrenmeye teşvik etmesidir. Araştırmada kullanılan modele dayalı etkinlikler, öğrencilerin soyut olan atom ve molekül kavramlarını somutlaştırmalarında ve var olan kavram yanlışlarının iyileştirilmesinde, önemli bir başarı sağlamıştır.

6. Öğrencilerde bulunan bazı kavram yanlışları, kullanılan ders kitaplarından da kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle kullanılmakta olan kitaplar, bilimsel bilgiye uygun şekilde düzeltilmeli ve okullarda da öğretmenler kavram yanlışına neden olacak ifadelerden kaçınılmalıdırlar. Örneğin ders kitaplarında, maddenin sıvı halini oluşturan parçacık sayısı, gaz halini oluşturan parçacık sayısına göre, daha fazla parçacık çizilerek gösterilmektedir. Bu da öğrencilerin bir maddenin aynı miktardaki sıvı halinin, gaz haline göre daha fazla parçacık içerdiği, yanlış kavramını oluşturmalarına neden olmaktadır. Öğrencilere aynı miktardaki maddenin, tüm hallerinde aynı sayıda tanecik olduğu, çizimlerde tanecikler arasındaki boşluk kavramından dolayı, tanecik sayısının farklı resmedildiği belirtilmelidir.

7. Yapılan eğitim-öğretim etkinlikleri öğrencileri pasif durumdan uzaklaştırarak, aktif olmalarını sağlayacak şekilde planlanmalıdır. Çünkü öğrenciler en iyi yaparak ve yaşayarak öğrenirler. Onlar kendilerine düz anlatım yoluyla verilen bilgiyi anlamlandıramadıkları zaman ya ezberleme yoluna giderler ya da kendilerine mantıklı gelen fakat bilimsellikten uzak çeşitli kavram yanlışları oluştururlar. Aktif öğrenme

üzerindeki araştırmalar, öğrencilerin öğrenmede daha fazla sorumluluk yüklendiklerinde daha iyi öğrendiklerini, öğrenilen şeyleri daha uzun süre hatırladıklarını ve öğrendiklerini kullanma olasılıklarının arttığını göstermiştir. Modele dayalı etkinlikleri fen öğretiminde kullanırken özellikle öğrencilerin modellerle etkileşime geçmesi, hatta modelleri kendilerinin yapması öğrenmede kavram yanlışlarının oluşma oranını da önemli ölçüde azaltacaktır.

8. Kavram yanlışlığı ile yanlışlar tamamıyla birbirinden farklı anlamlar içermektedir. Bu nedenle öğrencilerin sahip olduğu düşüncelerin “yanlış mı” yoksa “kavram yanlışlığı mı” olduğu belirlenerek fen eğitimi etkinlikleri bu doğrultuda planlanmalıdır.

9. Etkili bir fen öğretiminin temelinde öğrencilerin ilgisini çekmek ve bunu öğretim süresince canlı tutmak yatar (Yalın, 1999). Bu araştırmada kullanılan modele dayalı etkinliklerde öğrencilerin günlük hayattan tanıdıkları kömür, naftalin, renkli boncuklar vb. maddeler kullanılarak onların ilgisinin çekilmesi sağlanmış ve öğrenciler bu etkinlikleri bizzat kendileri de yaparak daha etkili ve verimli bir öğretim gerçekleştirilmiştir.

10. Öğrencilere öğrendiklerini pekiştirme ve uygulama fırsatı verilmelidir. Bu şekilde öğrenci uygulama ile yaptığı tekrarlar ile öğrendiklerini pekiştirebilir. Nitekim modellemeye dayalı etkinlikler uygulanırken, öğrencilerin de bu aktivitelere katılımı sağlanmış böylece öğrencilere öğrendiklerini pekiştirme olanağı tanınmıştır.

11. Fen Bilgisi, fizik ve kimya kitaplarında ilk konuyu oluşturan ve öğretmenler tarafından “kütlesi ve hacmi olan her şey maddedir”, “bir elementin bütün özelliklerini taşıyan en küçük yapı taşına atom denir” tarifiyle verilen madde ve atom kavramları öğrencilerin bu konuları kavramasına yetmemektedir. Bu nedenle madde kavramı öğrencilere hem makroskopik hem de mikroskopik seviyede anlatılmalı, öğrencilerde atom, molekül, iyon ve kimyasal bağ imajları oluşturulmalıdır. Öğrencilere günlük hayatta karşılaştıkları erime, buharlaşma, donma, kaynama, yoğunlaşma gibi kavramlar çeşitli somut örnekler ve maddeler kullanılarak açıklanmalı ve bizzat uygulamalar yapılarak tartışılmalıdır. Ayrıca öğrenciler bir kavramı atomik veya moleküler seviyede açıklayamıyorlarsa o kavramı tam olarak öğrenmemiş oldukları düşünülerek, kimyadaki temel kavramları en etkili öğrenebilecekleri öğretim ortamları sağlanmalıdır. Araştırma

sonuçlarına göre modele dayalı etkinliklerin kullanıldığı eğitim ortamları, öğrencilerin duyu organları ile algılayamadıkları parçacıklı yapıyı öğrenmelerinde ve kavram yanlışlarının iyileştirilmesinde oldukça başarılıdır.

12. Çoğu öğrenci öğrenime başladığı zaman bazı kavramları bilimsel anlamının dışında, günlük hayatta kullandığı gibi kavrayarak sınıfa getirebilir. Bu nedenle öğrencilere bir kavramın günlük hayattaki kullanım biçimi ile bilimsel anlamı arasındaki fark mutlaka açıklanmalıdır.

13. Aynı olay hakkında öğrencilere farklı tariflerin verilmesi, onların kafasını karıştırabileceği için, öğrenmeleri de zorlaşabilir. Bu nedenle birçok tarifi olan kavramlar açıklanırken bir kesinlik olmasına dikkat edilmelidir.

14. Faydalı ve verimli bir eğitim için sınav soruları öğrencilerdeki kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak şekilde hazırlanmalıdır. Böylelikle öğrenciler kavramları anlamak için daha ciddi bir gayret sarf ederler. Ayrıca bazı sınav sorularını öğrenciler, kavram yanlışsı içinde olsalar bile doğru yanıtlayabilmektedirler. Sorular kavram yanlışlarını ödüllendirecek şekilde değil, kavram yanlışlarını tespit edecek nitelikte hazırlanmalıdır. Örneğin iki aşamadan oluşan sorular, kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmasında etkili olabilir.

15. Çoğu öğretmen zamanı idareli kullanmak adına düz anlatım yöntemini kullanmaktadır. Bu yöntem öğretmen merkezlidir ve öğrencilerin en pasif olduğu yöntemdir. Halbuki eğitim-öğretimin etkinliğini arttıracak çok çeşitli öğretim yöntem ve teknikleri vardır. Bilişsel seviyesi yüksek olan öğrenciler her yöntemle öğrenebilmesine rağmen, bilişsel seviyesi normal ve normalin altında olan öğrenciler kendilerine sunulan bilgiyi öğrenmede zorluk çekebilir. Bu nedenle öğretmenler değişik öğretim yöntem ve tekniklerini çok iyi bilmeli, bulunduğu sınıftaki öğrenci özelliklerine, sınıf düzeyine ve sınıfın fiziki koşullarına uygun ve öğrencilerin aktif olmasını sağlayacak, olayları onlar için mümkün olduğunca somutlaştıracak yöntem ve teknikleri tercih etmelidir. Araştırmada kullanılan modele dayalı aktiviteler öğrencilerin bizzat öğretim faaliyetinin içine çekilmesini, dokunarak, modelle etkileşimde bulunarak öğrenmelerini sağlamıştır. Modele dayalı aktivitelerin kavram yanlışlarının iyileştirilmesindeki olumlu etkisi de

göz önünde bulundurularak, fen öğretiminde daha etkin bir şekilde kullanılması sağlanmalıdır.

16. Mantıksal düşünme yeteneği yüksek olan öğrencilerin, maddenin parçacıklı yapısını daha iyi kavradıkları, atom ve moleköl kavramları ile ilgili kavram yanlışlarının bulunma oranının, mantıksal düşünme yeteneği düşük olan öğrencilere göre daha az olduğu araştırma sonucu elde edilmiştir. Derslerde öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini geliştirecek etkinlikler ve çalışmalar yapılarak, kavram yanlışlarının da önlenmesi ve azaltılması sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abraham, M. R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-165.
- 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.
- Ahtee, M., & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305-316.
- 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.
- Altıntaş, A. (2012). *İlköğretim Fen ve Teknoloji 6 Ders Kitabı*. Ankara: Lider Yayıncılık.
- Andersson, B. (1986). Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70(5), 549-563.
- Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformation (age 12 -16). *Studies in Science Education*, 18(1), 53-85.
- Ardaç, D., & 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.

- Arık A., ve Polat, R. (2002). *Liseler için Kimya I*. İstanbul: Oran Yayıncılık.
- Atasoy, B. (2000). *Genel Kimya*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Aydın, S., Çağlayan, H., ve Peker, Y. (2011). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Ders Kitabı 4*. İstanbul: Zambak Yayıncılık.
- Azizoğlu, N., Geban, Ö. (2004). Students' preconceptions and misconceptions about gases. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 73-78.
- Barnea, N., & Dori Y.J. (1996). Computerized molecular modeling as a tool to improve chemistry teaching. *Journal of Chemical Information Computer Science*, 36(4), 629-636.
- Barnea, N., & 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.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, 63(1), 64-66.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism : a theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878.
- Boz, Y. (2004). *Öğrencilerin kaynayan sudaki kabarcıkların yapısını anlamaları*. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, 6-9 Temmuz 2004, İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Malatya.
- Boz, Y. (2006). Turkish pupils' conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 203-213.
- Büyüköztürk, Ş. (2004). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı (4. Baskı)*. Pegem A Yayıncılık, Ankara.

- Cartier, J., Rudolph, J., & Stewart, J. (2001). *The nature and structure of scientific models*. <http://biology.wsc.ma.edu/Biol129/files/Models.pdf> adresinden 25.08.2010 tarihinde alınmıştır.
- Committee of Undergraduate Education (1990). *Science Teaching Reconsidered: A Handbook*. Washington D.C. : National Academy Press.
- Çökelez, A., & Dumon, A. (2005). Atom and molecule: upper secondary school French student's representations in long-term memory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(3), 119-135.
- Erdem, E., Yılmaz, A., ve Gücüm, B. (2004). Öğrencilerin madde konusunu anlama düzeyleri, kavram yanılgıları, fen bilgisine karşı tutumları ve mantıksal düşünme düzeylerinin araştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 74-82.
- Gabel, D. L. (1993). Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical education*, 70(3), 193-194.
- Gobert, J. D.; & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Greca, I. M.; & Moreira M. A. (2000). Mental models, conceptual models and modeling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Griffiths, A. K., & 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.
- Gödek, Y. (2004). The importance of modelling in science education and in teacher education. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 54-61.

- Gündüz, A. (2001). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde atom ve molekül kavramları*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gündoğdu, F. (2011). *İlköğretim Fen ve Teknoloji 8 Ders Kitabı*. Ankara: Altın Kitaplar Yayınevi.
- 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.
- Gürdal, A., Şahin, F., ve Çağlar, A. (2001). *Fen eğitimi ilkeler, stratejiler ve yöntemler*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları.
- Hafele, A. (2011, March). *Exploring students thinking of atom and radiation with the atom builder simulator*. Paper presented at the Proceedings of The National Conference On Undergraduate Research, Ithaca College, New York.
- Haidar, A. H. (1988). *A comparasion of applied and theoritical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter*. Phd Thesis, The University of Oklahoma. Oklahoma, USA.
- Haidar, A. H., & 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.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1998) . Modelling in science lessons: are there better ways to learn with models?. *School Science And Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Herron, J. D., (1975). Piaget for chemist explaining what “good” student cannot understand. *Journal of Chemical Education*, 52(3), 146-150.

- Hwang, B., & Chiu, S. (2004). *The effect of a computer instructional model in bringing about a conceptual change in students' understanding of particulate concepts of gas*, The Forming Science and IT Education Conference, Rockhampton, Australia.
- Ingham, A. M., & Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *The Journal of Science Education*, 13(2), 193-202.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge University Press, USA.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel Araştırma Yöntemi (15. Baskı)*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kim, G. (2008). Increasing concept learning in high school students: does the creative and use of manipulatives depicting the particulate nature of matter increase concept learning? <http://www.sas.upenn.edu/~king/mcephome/educ536/draft747.pdf> adresinden 27.08.2010 tarihinde alınmıştır.
- Koray, Ö., Akyaz, N., ve Köksal, M. S. (2007). Lise öğrencilerinin çözünürlük konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 241-250.
- Krnel, D. (2013). Teaching concrete or formal concepts at an early age. http://rukautestu.vin.bg.ac.rs/handson3/contributions/2_B5_Dusan%20Krnel.pdf adresinden 16.02.2013 tarihinde alınmıştır.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D., & Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249-270.

- Liu , C. K., Lai C. W., & 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 alınmıştır.
- Margel, H., Eylon, B., & 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.
- McCormack, L., Finlayson, O. E., & McCloughlin T. J. J. (2011). *The cognitive developmental levels of a sample of first year university science students*. <http://icep.ie/wp-content/uploads/2011/02/The-Cognitive-Developmental-Levels-of-a-sample-of-First-Year-University-Science-Students.pdf> adresinden 06.01.2013 tarihinde alınmıştır.
- Merritt J. D., & Krajcik J. (2008). *Development of a learning progression for the particle model of matter*. <http://www.fi.uu.nl/en/icls2008/438/paper438.pdf> adresinden 24.10.2010 tarihinde alınmıştır.
- Meyer, H. (2005). Is it molecules? Again! A review of students' learning about particle theory. *The Chemical Education Journal*, 9(2) <http://www.juen.ac.jp/scien/cssj/cejrn1E.html> adresinden 24.10.2010 tarihinde alınmıştır.
- Miller, L. S. (2008). *Prospective elementary school teachers' understanding of the particulate nature of matter*. Phd Thesis, Purdue University, USA.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005a). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (4 ve 5. Sınıflar) Öğretim Programı ve Kılavuzu*. Devlet Kitapları Müdürlüğü, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005b). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6,7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı ve Kılavuzu*. Devlet Kitapları Müdürlüğü, Ankara.
- Mortimer, C.E. (1993). *Modern Üniversite Kimyası (Cilt 1- 3. Baskı)*. Çağlayan Basımevi, İstanbul.

- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Nakhleh, M. B. (1994). Students' model of matter in the context of acid base chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71(6), 495-499.
- Novick, S., & 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., & Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, 65(2), 187-196.
- Osborne, R., & Cosgrove, M. (1983). Children's conception of the charges of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Özmen, H., & Kenan O. (2007). Determination of the Turkish primary students' views about the particulate nature of matter. *Asia-Pacific forum on Science Learning and Teaching*, 8(1), 1-15.
- Özmen, H. (2008). Determination of students' alternative conceptions about chemical equilibrium: A review of research and the case of Turkey. *Chemical Education Research Practice*, 9, 225-233.
- Petrucchi, R. H., Harwood W. S., & Herring F.G. (2000). *Genel Kimya 1-2*. Çeviren: Tahsin Uyar. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Piaget, J. (1972). *The principles of genetic epistemology*. New York, Basic Books.
- Pideci, N. (2002). *Öğrencilerin atom-molekül kavramlarına ilişkin yanlışları. Yanlışları gidermek üzere özel bir öğretim yönteminin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi*. Yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Sarikaya, (1995). Atomik yapıya ilişkin yanlış kavramaların iyileştirilmesi için modelleme ile ilgili aktiviteler. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Sarikaya, M. (1996). Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Sarikaya, M. (2001). Yayınlanmamış Sonuçlar.
- Sarikaya, M. (2004). The application of an activity relating to the determination of avogadro's number in a class of first-year science students. *The Chemical Educator*, 9(1), 17-19.
- Sarikaya, M. (2007a). 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.
- Sarikaya, M. (2007b). Kolay sağlanabilir malzemelerle molekül model yapımı. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(3), 513-537.
- Sarikaya, M. (2011). A view about the short histories of the mole and avagadro's number. *Foundations of Chemistry*, 15(1), 79-91.
- Schmidt, H. J. (1997). Students' misconceptions looking for a pattern. *Science Education*, 81(2), 123-135.
- Senemoğlu, N. (1998). *Gelişim Öğrenme ve Öğretim*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- 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.

- Şahin, S., Önder, Ş., Akar, A., Karataş, İ., ve Yurt, N. (2012). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Ders Kitabı 5*. Ankara: Semih Ofset Matbaacılık.
- Şimşek, Ü. (2009). The effects of animation and cooperative learning on chemistry students' academic achievement and conceptual understanding about aqueous solutions. *World Applied Science Journal*, 7(1), 24-33.
- Tezcan, H., ve Salmaz, Ç. (2005). Atomun yapısının kavratılmasında ve yanlış kavramaların giderilmesinde bütünleştirici ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 41-54.
- Thorton, M. C., & Fuller, R. G. (1981). How do college students solve proportion problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(4), 335-340.
- Turgut, M.F., Johnson, D., Çepni, S. & Ayas A. (1997). *Kimya Öğretimi*. YÖK/ Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Tobin, K., & Copie, W., (1981). Test of logical thinking. In Geban, Ö., Aşkar, P., & Özkan, İ., (Eds). (1992). Effects of computer simulations and problem solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86, 6-10.
- Topaloğlu, Ş. B., (2012). *İlköğretim 7. Sınıf Fen ve Teknoloji Ders Kitabı*. Ankara: Ekoyay Eğitim Yayıncılık, Matbaacılık.
- Ülgen, G. (2004). *Kavram geliştirme. Kuram ve uygulamalar (4.baskı)*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Ünal. G. (2005). *Fen öğretiminde derinliğine öğrenme: "Basınç" konusunda modelleme*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- 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.
- Wu, H., Krajcik, J. S., & 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.
- Valadines, N., (1998). Formal operational performance and achievement of lower secondary school students. *Studies in Educational Evaluation*, 24(1), 1-23.
- Yağbasan, R., Güneş, B., Özdemir, İ. E., Temiz, B. K., Gülçiçek, Ç., Kanlı, U., Ünsal, Y., ve Tunç, T. (2005). *Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu –Fizik*. Gazi Kitabevi, Ankara.
- Yalın, H. İ., (1999). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal geliştirme*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Yeziarski, E. J. (2003). *The particulate nature of matter and conceptual change: a cross-age study*. Phd Thesis, The Arizona State University, USA.
- Yeziarski, E. J., & Birk, J. P. (2006). Misconceptions about the particulate nature of matter. Using animations to close the gender gap. *Journal of Chemical Education*, 83(6), 954.

EKLER

Ek 1: MPYDT (Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme Testi)

SEVGİLİ ÖĞRENCİLER

Ben Gazi Üniversitesinde Fen Bilgisi Eğitimi üzerine doktora yapmaktayım. Birazdan size uygulayacağım anket sorularına vereceğiniz cevaplar, maddenin parçacıklı yapısı üzerine hazırlamakta olduğum tezimin amacına ulaşmasını sağlayacaktır. Amacım sizi sınav yapmak değildir. Aşağıda dolduracağınız bölümler sorulara dahil değildir.

Sorulara samimi olarak cevap vereceğinizden eminim. Lütfen soruları dikkatli bir şekilde okuyunuz. Seçeneklerden doğru olarak düşündüğünüzü daire içine alınız. İşaretlediğiniz seçeneğin silik olmamasına dikkat ediniz. Her test sorusunun cevabı bir tanedir, lütfen birden fazla işaretleme yapmayınız. Lütfen soruları cevaplandırırken arkadaşlarınızla yardımlaşma yoluna gitmeyiniz. Ne biliyorsanız onu işaretleyiniz.

Hepinizin bana yardımcı olacağından eminim. Teşekkür ederim.

Ayşegül ERGÜN
Fen ve Teknoloji Öğretmeni

OKULUN TÜRÜ:

İlköğretim Okulu		Anadolu Lisesi	
Lise		Meslek Lisesi	
Fen Lisesi		Kolej	

SINIFINIZ:

4. Sınıf	5.Sınıf	6. Sınıf	7. Sınıf	8. Sınıf	9. Sınıf	10. Sınıf	11.Sınıf	12. Sınıf
----------	---------	----------	----------	----------	----------	-----------	----------	-----------

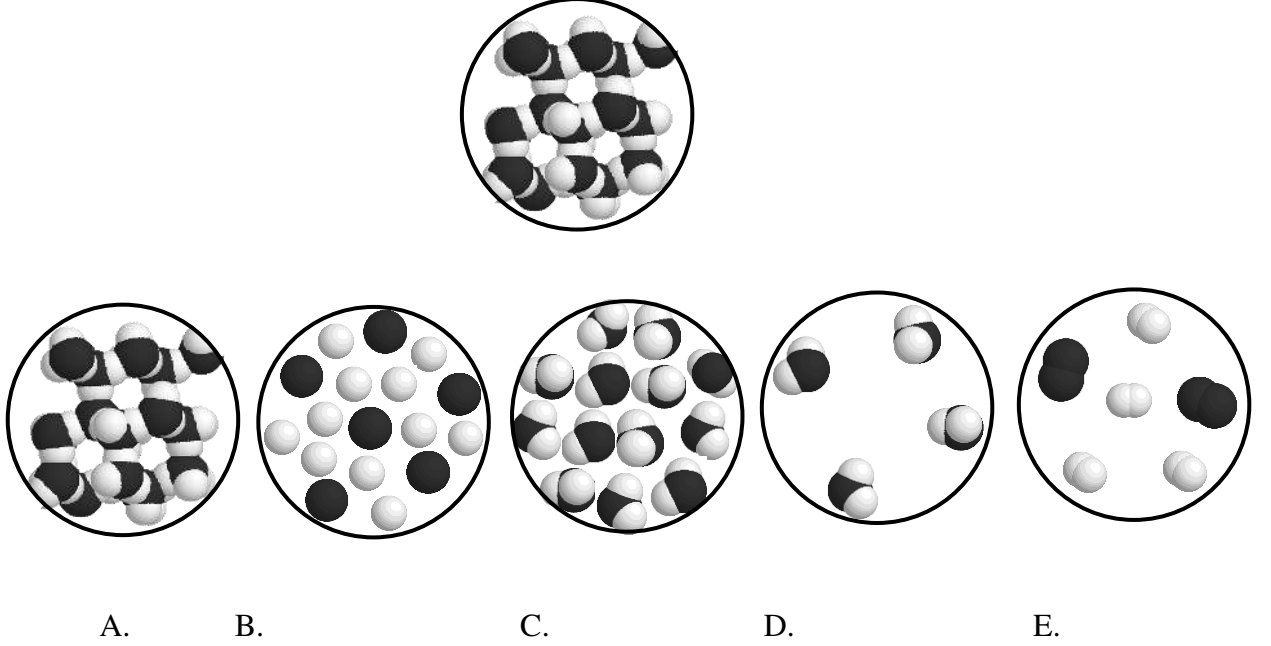
CİNSİYETİNİZ:

Kız		Erkek	
-----	--	-------	--

NOT: Anket sorularını ilk 20' si Ellen J. Yeziarski' nin PARNOMA isimli testinden kendisinden izin alınarak Araştırmacı tarafından hazırlanmıştır.

21-25. sorular Doç. Dr. Mustafa SARIKAYA tarafından hazırlanmıştır.

1. Aşağıdaki şekil katı halde bulunan suyu (buzu) oluşturan molekülleri göstermektedir. Seçeneklerdeki molekül modellerinden hangisi, buzun eriyerek sıvı hale geçmesi durumundaki moleküllerinin görünümünü temsil etmektedir?



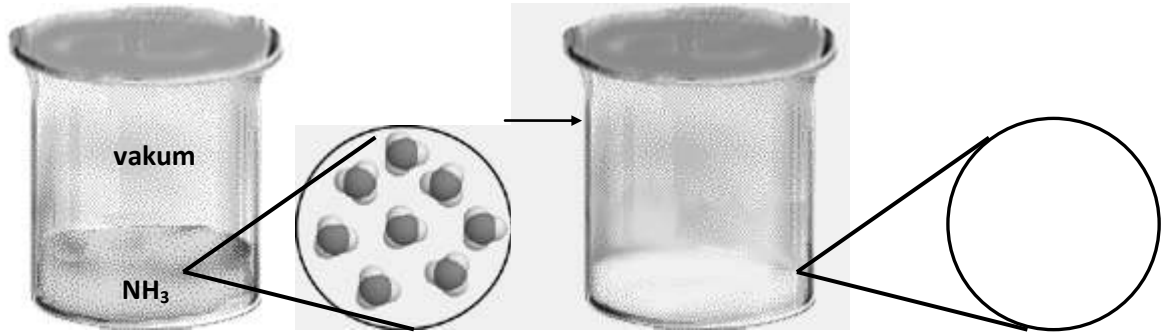
2. Maddenin üç halinde bulunan üç su örneği düşünün. İlki 0 °C’de katı halde bulunan su(buz), ikincisi 24°C’de sıvı halde bulunan su ve üçüncüsü 100 °C’de gaz halde bulunan su. Sıvı halde bulunan suyu oluşturan moleküller, gaz halde bulunan suyu oluşturan moleküllerden _____

- A. Daha hızlı hareket eder
- B. Daha yavaş hareket eder
- C. Aynı hızda hareket ederler
- D. Daha fazla rastgele hareket ederler
- E. Aynı yönde hareket ederler

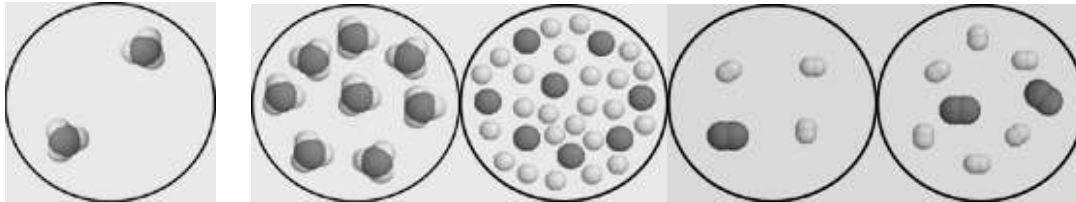
3. Aşağıdaki olayların hangisinde su molekülleri büyür ?

- A. Donma
- B. Erime
- C. Buharlaşıma
- D. Yoğunlaşma (yoğuşma)
- E. Hiçbiri

4. Aşağıdaki şekillerde kapalı bir kaptaki sıvı amonyak (NH_3) örneğinin tamamen buharlaşarak, ikinci kaptaki (gaz haline dönüştüğü) gösterilmektedir.



Aşağıdaki seçeneklerden hangisi ikinci kaptaki alanda gaz halinde olan amonyağın büyütülmüş görüntüsünü en iyi temsil etmektedir?



A.

B.

C.

D.

E.

5. Buharlaşma yoluyla su sıvı halden gaz hale geçtiğinde, enerji aşağıdakilerden hangisi için kullanılır?

- A. Hidrojen atomları arasındaki bağları kırmak için.
- B. Atomlar arasında yeni bağlar oluşturmak için.
- C. Moleküllerdeki hidrojen ve oksijen atomları arasındaki bağları kırmak için.
- D. Su moleküllerinin diğer su molekülleri ile aralarında bulunan boşluğu arttırmak için.
- E. Moleküller arasında yeni bağlar oluşturmak için.

6. Gaz haldeki suyu oluşturan bir su molekülü, katı haldeki suyu oluşturan bir su molekülünden _____

- A. Daha küçüktür
- B. Daha hafiftir
- C. Daha ağırdır
- D. Daha büyüktür
- E. Aynı ağırlıktadır

7. Su buharlaştığında aşağıdakilerden hangisine dönüşür?

- A. Hidrojen ve oksijene
- B. Sadece hidrojene
- C. Su buharına
- D. Hava, hidrojen ve oksijene
- E. Sadece oksijene

8. Bir kap su sıcak sobanın üzerine yerleştirilir. Küçük kabarcıklar kabın altında görünmeye başlar. Kabarcıklar su yüzeyine yükselip birden görünür veya gözden kaybolurlar. Bu baloncuklar aşağıdakilerden hangisinden oluşmuştur?

- A. Isı
- B. Hava
- C. Oksijen ve hidrojen gazı
- D. Su buharı
- E. Hiçbiri

9. Yukarıdaki soruda açıklanan kaptaki su hızla kaynamaya başlar. Cam bir kapak kabın üzerine yerleştirilir ve kapağın iç yüzünde su damlaları oluşmaya başlar. Ne olmuştur?

- A. Kapak terlemiştir.
- B. Buhar soğumuş ve su moleküllerine dönüşerek, kapağın iç yüzüne taşınmıştır.
- C. Kaptaki su kaptan dışarı sızmıştır.
- D. Hidrojen ve oksijen suya dönüşmüştür.
- E. Hava ile buhar birleşerek kapağın içinde su damlaları oluşturmuştur.

10. Maddenin 3 halinde bulunan üç su örneği düşünün. İlki 0 °C'de katı halde bulunan su (buz), ikincisi 24°C'de sıvı halde bulunan su ve üçüncüsü 100 °C'de gaz halde bulunan su. Sıvı halde bulunan suyu oluşturan moleküller, katı halde bulunan suyu oluşturan moleküllerden _____

- A. Daha hızlı hareket ederler
- B. Daha yavaş hareket ederler
- C. Aynı hızda hareket ederler
- D. Daha az rastgele hareket ederler
- E. Aynı yönde hareket ederler

11. Yıkandıktan sonra mutfak tezgahına bırakılan ıslak tabak kısa sürede kurur. Mutfak tezgahında da su damlaları görülmediğine göre suya ne olmuştur?

- A. Su karbondioksit'e dönüşmüştür.
- B. Su kısa sürede kurumuş ve kaybolmuştur.
- C. Su molekülleri gaz halinde havaya karışmıştır.
- D. Su damlaları tabağa girmiştir.
- E. Su damlaları havadaki hidrojen ve oksijene dönüşmüştür.

12. Aşağıdaki olayların hangisinin gerçekleşmesinde ısı enerjisi kullanılmaz?

- A. Suyun buharlaşması
- B. Buzun erimesi
- C. Suyun kaynaması
- D. Suyun yoğunlaşması
- E. Dondurmanın erimesi

13. Aşağıdaki olayların hangisinde moleküller küçülürler?

- A. Donma
- B. Erime
- C. Buharlaşıma
- D. Yoğunlaşma
- E. Hiçbiri

14. Sıvı haldeki sudan oksijen ve hidrojen gazları aşağıdaki olayların hangisiyle oluşmuş olabilir?

- A. Buharlaşıma.
- B. Bozunma(maddenin kendini oluşturan atom ya da moleküllere ayrışması).
- C. Donma.
- D. Kaynama.
- E. Erime

15. 25°C’de bulunan su ısıtılıp 110°C’de gaz haline dönüştüğünde, su molekülleri _____

- A. Daha düzenli bir hale gelirler
- B. Birbirlerinden uzaklaşarak hareket ederler.
- C. Hareketleri durur.
- D. Birbirlerine daha çok yaklaşarak hareket ederler.
- E. Daha yavaş hareket ederler.

16. Saf haldeki oksijen gazı örneğinde, oksijen moleküllerinin arasında ne vardır?

- A. madde
- B. hava
- C. su buharı
- D. boşluk
- E. atmosfer

17. Aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A. Katı, sıvı ve gaz halinde bulunan suyu oluşturan moleküller aynı hızda hareket ederler.
- B. Suyu oluşturan moleküllerin hareketi, su gaz halindeyken en hızlıdır.
- C. Katı halde bulunan suyu oluşturan moleküller titreşim hareketi yaparlar.
- D. Su sıvı haldeyken suyu oluşturan moleküller, katı haldeki su moleküllerinden daha hızlı hareket ederler.
- E. Katı hali oluşturan su moleküllerine, buz örnek olarak verilebilir.

18. Aşağıdaki ifadelerden hangisi **doğrudur**?

- A. Isı moleküllerin genişlemesine neden olur.
- B. Moleküllerin büyüklükleri sıcaklıklarına bağlıdır.
- C. Gazların kütlesi ve hacmi vardır.
- D. Sıvı haldeki bir madde gaza dönüştüğünde kütlesi azalır.
- E. Erime esnasında moleküller arasındaki bağlar kopar yani madde eriyince kimyasal değişim geçirir.

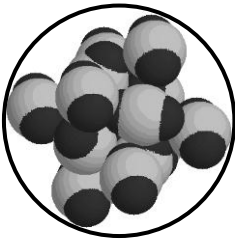
19. Moleküllerin (taneciklerin) hızını belirleyen faktör aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Büyüklükleri
- B. Sahip oldukları enerji
- C. Sahip oldukları boşluk miktarı
- D. Yukarıdakilerin hepsi
- E. Yukarıdakilerin hiçbiri

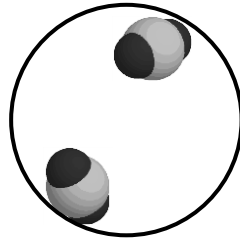
20. Aşağıdaki şekil kuru buz olarak ta bilinen, katı haldeki karbondioksiti oluşturan molekülleritemsil etmektedir.



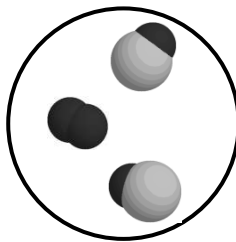
Aşağıdaki seçeneklerden hangisi kuru buz eriyip sıvı hale dönüştüğünde, karbondioksit moleküllerinin görünümünü en iyi şekilde göstermektedir?



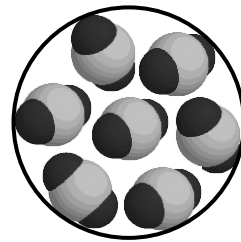
A.



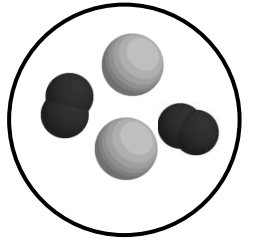
B.



C.



D.



E.

Ek 2: MPYKT (Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi)

Sarıkaya, M. (1996). Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi. Ankara: Gazi Üniversitesi.

1. Kömür, karbon atomlarından meydana gelmiştir. Bir kömür parçasının içinde çok sayıda karbon atomu vardır. Bütün atomlar, küre şeklindedir. Yani bir misket (bilye) gibi yuvarlaktır.

Aşağıdaki (A) yuvarlağı, bir kömür parçasındaki bir tane karbon atomunu temsil etmektedir.

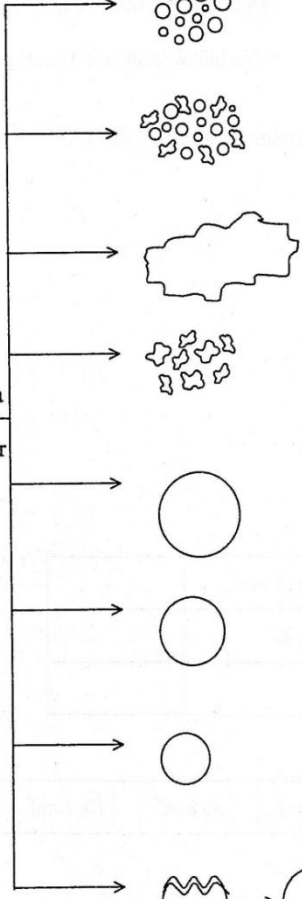
Kömür parçasına çekiçle vurulduğunda, (A) ile temsil edilen karbon atomunun son durumu, aşağıda sağdaki şekillerden hangisi gibi olur? Seçtiğiniz şeklin yanına (x) işareti koyunuz.



(A)

Kömür parçasına
çekiçle vuruluyor

(Kömür parçasındaki
bir tane karbon atomu)





Karbon atomu, irili ufaklı yuvarlak parçalara ayrılır.



Karbon atomu bazıları yuvarlak, bazıları şekilsiz parçalara ayrılır.



[Karbon atomu ezilir.]



Karbon atomu, cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır.



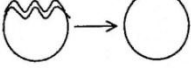
Karbon atomu, çekiçle vurulunca ısınır ve genişler.



Karbon atomunda herhangi bir değişiklik olmaz.



Karbon atomundan bazı parçalar kopar ve karbon atomu küçülür.

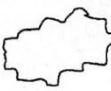
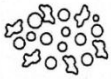
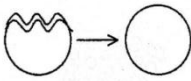


Karbon atomunun önce şekli bozulur. Sonra futbol topu gibi esneyerek ilk halini alır.

2. Demirden yapılmış bir toplu iğnede çok sayıda demir atomu vardır. Bütün atomlar gibi, demir atomları da küre şeklindedir.

Aşağıdaki (A) yuvarlağı toplu iğnedeki "BİR TANE DEMİR ATOMU"nu temsil etmektedir.

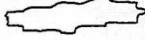
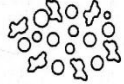
Toplu iğneye çekiçle vurulduğunda (A) ile temsil edilen demir atomunun son durumu aşağıda sağdaki şekillerden hangisi gibi olur? Seçtiğiniz şeklin yanına (x) işareti koyunuz.

 (A) (Toplu iğnedeki bir tane demir atomu)	Toplu iğneye çekiçle vuruluyor	→ 	(Çekiçle vurulunca, demir atomu ısınır ve genişler.)
		→ 	(Demir atomu irili ufaklı yuvarlak parçalara ayrılır.)
		→ 	(Demir atomu ezilir ve yassılaşır.)
		→ 	(Demir atomu, cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır.)
		→ 	(Demir atomunda herhangi bir değişiklik olmaz.)
		→ 	(Demir atomu, bazıları yuvarlak, bazıları şekilsiz parçalara ayrılır.)
		→ 	(Demir atomunun şekli önce bozulur, sonra esneyerek eski halini alır.)
		→ 	(Demir atomundan bazı parçalar kopar ve demir atomu küçülür.)

3. Evlerde güve ilacı olarak kullanılan naftalin, çok sayıda küresel naftalin moleküllerinden meydana gelmiştir.

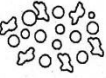
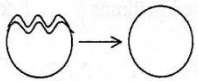
Aşağıdaki (A) yuvarlağı, bir parça katı naftalin içindeki bir tane naftalin molekülünü temsil etmektedir.

Naftalin, tüp içinde mum alevinde ısıtılarak eritiliyor. Katı naftalin eritildiğinde, (A) ile temsil edilen naftalin molekülünün son durumu aşağıdaki sağdaki şekillerden hangisi gibi olur? Seçtiğiniz şeklin yanına (x) işareti koyunuz.

 Naftalin mum alevinde eritiliyor (A) (Katı naftalin içinde bir tane naftalin molekülü)	→		[Naftalin molekülü erir, akar.]
	→		(Naftalin molekülü, irili ufaklı yuvarlaklara bölünür.)
	→		(Naftalin molekülü, cam kırıkları gibi, irili ufaklı şekilsiz parçalara ayrılır.)
	→		(Naftalin molekülü ısınn etkisi ile genişler, büyür.)
	→		(Naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz.)
	→		(Naftalin molekülü, bazıları yuvarlak bazıları şekilsiz parçalara ayrılır.)
	→		(Naftalin molekülünün üzerinden, ısınn etkisi ile bazı parçalar uçar, molekül küçülür.)

4. Hava, oksijen ve azot gazlarının bir karışımıdır. Hızla giden bir uçak, bir otomobil, bir tren, vs. küresel (yuvarlak) yapıdaki oksijen ve azot moleküllerine çarpar.

Aşağıdaki (A) yuvarlağı, hava içindeki bir tane azot molekülünü temsil etmektedir. (A) ile temsil edilen bu azot molekülüne, havada hızla giden bir uçak, diğer moleküllerle birlikte çarpıyor. Uçak çarptıktan sonra, (A) ile temsil edilen azot molekülünün son durumu aşağıda sağdaki şekillerden hangisi gibi olur? Seçtiğiniz şeklin yanına (x) işareti koyunuz.

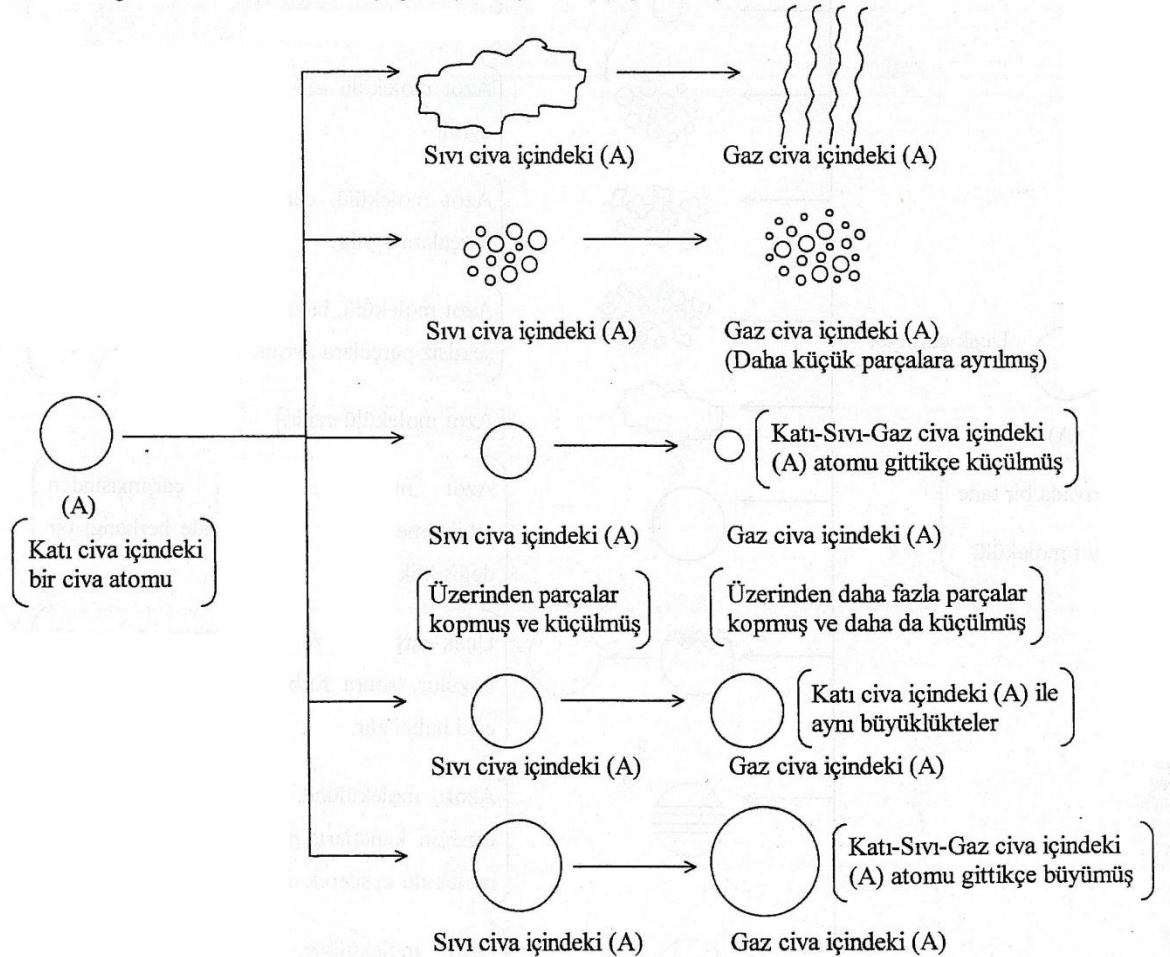
 (A) Havada bir tane azot molekülü	Uçak çarpıyor		Uçağın azot molekülüne sürtünmesi sonucu, molekül ısınır ve genişler, yani büyür.
			Azot molekülünden bazı parçalar kopar ve azot molekülü küçülür.
			Azot molekülü irili ufaklı küresel parçalara ayrılır.
			Azot molekülü, cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır.
			Azot molekülü, bazıları yuvarlak, bazıları da şekilsiz parçalara ayrılır.
			[Azot molekülü ezilir.]
			Azot molekülü, uçağın çarpmasından etkilenmez. Azot molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz.
			Uçak çarpınca, azot molekülünün önce şekli bozulur, sonra futbol topu gibi esneyerek eski halini alır.
			Azot molekülüne, uçağın keskin yeri, örneğin kanatları, pervanesi çarparsa, azot molekülü kesilerek dilimlere ayrılır.
			Azot molekülüne, uçağın sivri yerleri çarparsa molekül delinir.

5. Civa, -39°C 'de katı, oda sıcaklığında (25°C) sıvı ve 357°C 'de gaz halindedir.

(A) yuvarlağı, bir kaptaki katı civa içindeki bir tane civa atomunu temsil etmektedir.

Kap içindeki katı civa ısıtılarak, önce eritiliyor ve sıvılaştırılıyor. Sonra daha fazla ısıtılarak (357°C 'de) gaz haline getiriliyor. Bu arada (A) ile temsil edilen civa atomu da bu kabın içindedir.

(A) ile temsil edilen civa atomunun, sıvı ve gaz civa içindeki durumu aşağıdaki şekillerden hangisi ile anlatılmaktadır. Seçtiğiniz şeklin yanına (x) işareti koyunuz.



Ek 3. MDYT (Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi)

AÇIKLAMA: Bu test, çeşitli alanlarda, özellikle Fen ve Matematik dallarında karşılaşılabileceğiniz problemlerde neden-sonuç ilişkisini görüp, problem çözme stratejilerini ne derece kullanabileceğinizi göstermesi açısından çok faydalıdır. Bu test içindeki sorular mantıksal ve bilimsel olarak düşünmeyi gösterecek cevapları içermektedir.

NOT: Cevabınızı verirken dikkat edilecek hususlardan birisi, **1**'den **8**'e kadar olan sorularda her sorunun altında iki kutu bulunmaktadır. Soldaki ilk kutuya sizce sorunun uygun cevap şıkkını (✓) ile işaretleyiniz. İkinci kutucuğa yani AÇIKLAMASI yazılı kutucuğa ise, açıklaması kısmındaki şıkları okuyarak sizce en uygun olanı seçiniz ve yine (✓) ile işaretleyiniz. Örneğin 12 inci sorunun cevabı sizce **c** ise ve açıklaması kısmındaki en uygun açıklama **2** inci şık ise cevabınızı aşağıdaki gibi işaretleyiniz:

Soru 12

a	b	c ✓	d	e
---	---	-----	---	---

Açıklaması

1	2 ✓	3	4	5
---	-----	---	---	---

9. ve 10. uncu soruları ise soru kitapçığında bu sorularla ilgili kısımları okurken nasıl cevaplayacağınızı daha iyi anlayacaksınız.

SORU 1: Bir boyacı, aynı büyüklükteki altı odayı boyamak için dört kutu boya kullandığına göre sekiz kutu boya ile yine aynı büyüklükte kaç oda boyayabilir?

- a. 7 oda
- b. 8 oda
- c. 9 oda
- d. 10 oda
- e. Hiçbiri

Açıklaması:

1. Oda sayısının boya kutusu sayısına oranı daima 3/2 olacaktır
2. Daha fazla boya kutusu ile fark azalabilir.
3. Oda sayısı ile boya kutusu sayısı arasındaki fark her zaman iki olacaktır.
4. Dört kutu boya ile fark iki olduğuna göre, altı kutu boya ile fark yine iki olacaktır.
5. Ne kadar çok boyaya ihtiyaç olduğunu tahmin etmek mümkün değildir.

Soru 1

a	b	c	d	e
---	---	---	---	---

Açıklaması

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

SORU 2: On bir odayı boyamak için kaç kutu boya gerekir? (Birinci soruya bakınız)

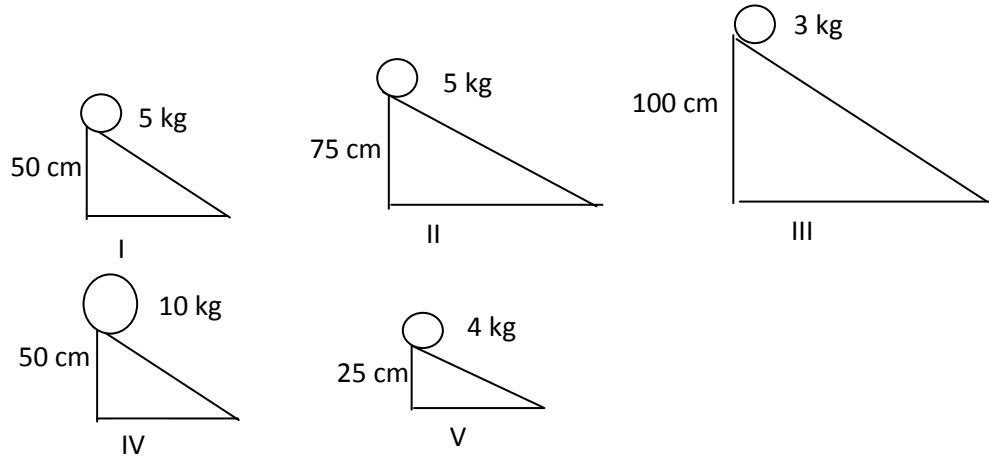
- 5 kutu
- 7 kutu
- 8 kutu
- 9 kutu
- Hiçbiri

Açıklaması:

- Boya kutusu sayısının oda sayısına oranı daima $2/3$ dür.
- Eğer beş oda daha olsaydı, üç kutu boya daha gerekirdi.
- Oda sayısı ile boya kutusu arasındaki fark her zaman iki dir.
- Boya kutusu sayısı oda sayısının yarısı olacaktır.
- Boya miktarını tahmin etmek mümkün değildir.

Soru 2	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
---------------	---	---	---	---	---	-------------------	---	---	---	---	---

SORU 3: Topun eğik bir düzlemden (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra kat ettiği mesafe ile eğik düzlemin yüksekliği arasındaki ilişkiyi bulmak için deney yapmak isterseniz, aşağıda gösterilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız?



- I ve IV
- III ve IV
- I ve II
- III ve V
- Hepsi

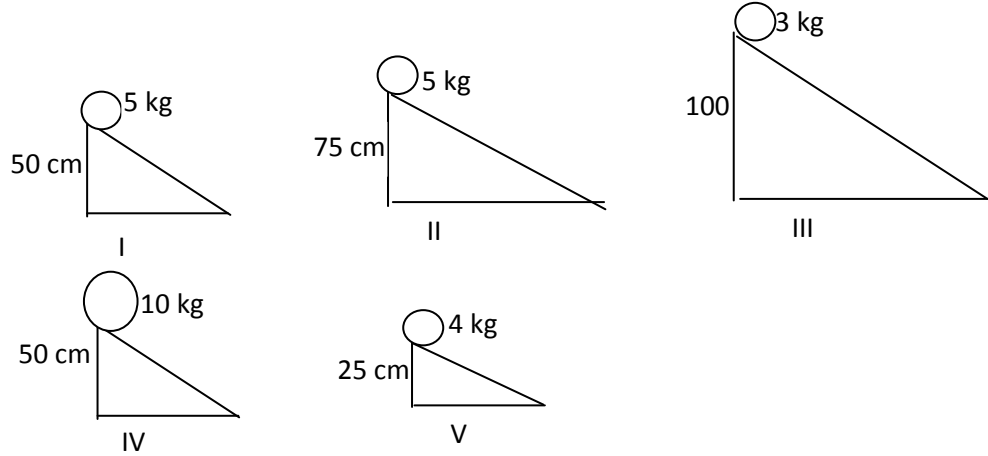
Açıklaması:

- En yüksek eğik düzleme (rampa) karşı en alçak olan karşılaştırılmalı
- Tüm eğik düzlem setleri birbiriyle karşılaştırılmalıdır.
- Yükseklik arttıkça topun ağırlığı azalmalıdır.
- Yükseklikler aynı fakat top ağırlıkları farklı olmalıdır.
- Yükseklikler farklı fakat top ağırlıkları aynı olmalıdır.

Soru 3	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
---------------	---	---	---	---	---	-------------------	---	---	---	---	---

SORU 4: Tepeden yuvarlanan topun eğik düzlem (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra katettiği mesafenin topun ağırlığıyla olan ilişkisini bulmak için bir deney yapmak isterseniz, aşağıda verilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız?

- I ve IV
- III ve IV
- I ve II
- III ve V
- Hepsi



Açıklaması:

- En ağır olan top en hafif olan ile kıyaslanmalıdır.
- Tüm eğik düzlem setleri birbiriyle karşılaştırılmalıdır.
- Topun ağırlığı artıktça, yükseklik azaltılmalıdır.
- Ağırlıklar farklı fakat yükseklikler aynı olmalıdır.
- Ağırlıklar aynı fakat yükseklikler farklı olmalıdır.

Soru 4	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
---------------	---	---	---	---	---	-------------------	---	---	---	---	---

SORU 5: Bir Amerikalı turist Şark Ekspresi'nde altı kişinin bulunduğu bir kompartımana girer. Bu kişilerden üçü yalnızca İngilizce ve diğer üçü ise yalnızca Fransızca bilmektedir. Amerikalının kompartımana ilk girdiğinde İngilizce bilen biriyle konuşma olasılığı nedir?

- 2 de 1
- 3 de 1
- 4 de 1
- 6 da 1
- 6 da 4

Açıklaması:

1. Ard arda üç Fransızca bilen kişi çıkabildiği için dört seçim yapılması gerekir.
2. Mevcut altı kişi arasından İngilizce bilen bir kişi seçilmelidir.
3. Toplam üç İngilizce bilen kişiden sadece birinin seçilmesi yeterlidir.
4. Kompartımandakilerin yarısı İngilizce konuşur.
5. Altı kişi arasından, bir İngilizce bilen kişinin yanı sıra, üç tanede Fransızca bilen kişi seçilebilir.

Soru 5

a	b	c	d	e
---	---	---	---	---

Açıklaması

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

SORU 6: Üç altın, dört gümüş ve beş bakır para bir torbaya konulduktan sonra, dört altın, iki gümüş ve üç bakır yüzük de aynı torbaya konur. İlk denemede torbadan altın bir nesne çekme olasılığı nedir?

- a. 2 de 1
- b. 3 de 1
- c. 7 de 1
- d. 21 de 1
- e. Yukarıdakilerden hiç biri

Açıklaması:

1. Altın, gümüş ve bakırdan yapılan nesneler arasından bir altın nesne seçilmelidir.
2. Paraların $\frac{1}{4}$ ' ü ve yüzüklerin $\frac{4}{9}$ ' u altından yapılmıştır.
3. Torbadan çekilen nesnenin para veya yüzük olması önemli olmadığı için, toplam 7 altın nesneden bir tanesinin seçilmesi yeterlidir.
4. Toplam 21 nesneden bir altın nesne seçilmelidir.
5. Torbadaki 21 nesnenin 7 si altından yapılmıştır.

Soru 6

a	b	c	d	e
---	---	---	---	---

Açıklaması

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

SORU 7: Altı yaşındaki Ahmet'in şeker almak için 50 lirası vardır. Bakkaldaki kapalı iki şeker kutusundan birinde 30 adet kırmızı şeker ve 50 adet sarı renkte şeker bulunmaktadır. İkinci bir kutuda ise 20 adet kırmızı ve 30 adet sarı renkte şeker vardır. Ahmet kırmızı şekerleri sevmektedir. Ahmet'in ikinci kutudan kırmızı şeker çekme olasılığı birinci kutuya göre daha fazla mıdır?

- a. Evet
- b. Hayır

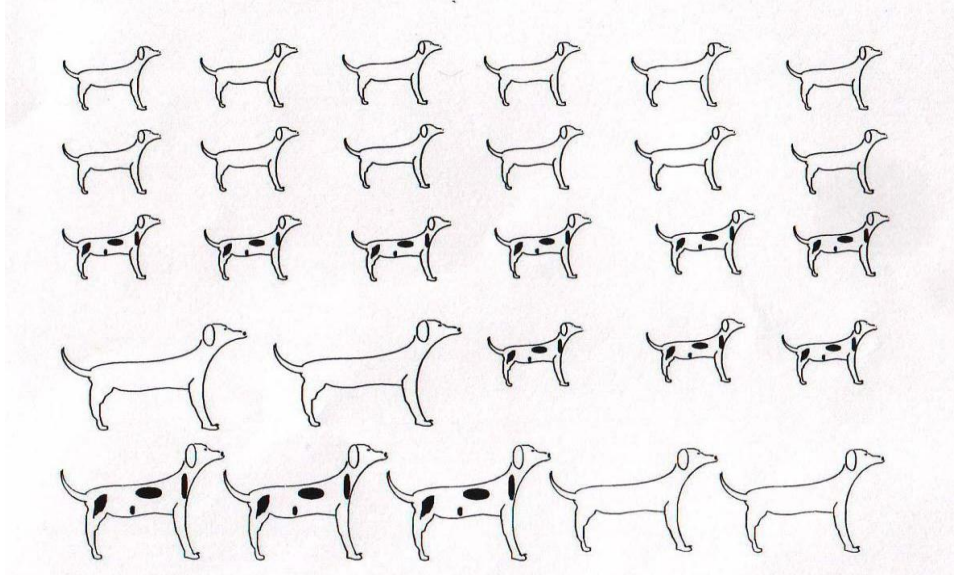
Açıklaması:

1. Birinci kutuda 30, ikincisinde ise yalnızca 20 kırmızı şeker vardır.
2. Birinci kutuda 20 tane daha fazla sarı şeker, ikincisinde ise yalnızca 10 tane daha fazla sarı şeker vardır.
3. Birinci kutuda 50, ikincisinde ise yalnızca 30 sarı şeker vardır.
4. İkinci kutudaki kırmızı şekerlerin oranı daha fazladır.
5. Birinci kutuda daha fazla sayıda şeker vardır.

Soru 7	a	b	Açıklaması	1	2	3	4	5
---------------	---	---	-------------------	---	---	---	---	---

SORU 8: 7 büyük ve 21 küçük köpek şekli aşağıda verilmiştir. Bazı köpekler benekli bazıları ise beneksizdir. Büyük köpeklerin benekli olma olasılıkları küçük köpeklerden daha fazla mıdır?

- a. Evet
b. Hayır



Açıklaması:

1. Bazı küçük köpeklerin ve bazı büyük köpeklerin benekleri vardır.
2. 9 tane küçük köpeğin ve yalnızca üç tane büyük köpeğin benekleri vardır.
3. 28 köpekten 12 tanesi benekli
4. Büyük köpeklerin $\frac{3}{7}$ si ve küçük köpeklerin $\frac{9}{21}$ i beneklidir.
5. Küçük köpeklerden 12 sinin, fakat büyük köpeklerden ise sadece 4 ünün beneği vardır.

Soru 8	a	b	Açıklaması	1	2	3	4	5
---------------	---	---	-------------------	---	---	---	---	---

SORU 9: Bir pastanede üç çeşit ekmek, üç çeşit et ve üç çeşit sos kullanılarak sandviçler yapılmaktadır.

Ekmek Çeşitleri

Buğday (B)

Çavdar (Ç)

Yulaf (Y)

Et Çeşitleri

Salam (S)

Piliç (P)

Hindi (H)

Sos Çeşitleri

Ketçap (K)

Mayonez (M)

Tereyağı (T)

Her bir sandviç ekmek, et ve sos içermektedir. Yalnızca bir ekmek çeşidi, bir et çeşidi ve bir sos çeşidi kullanarak kaç çeşit sandviç hazırlanabilir?

Cevap kağıdı üzerinde soruyla ilgili bırakılan boşluklara bütün olası çeşitlerin listesini çıkarın. Cevap kağıdına gereğinden fazla yer bırakılmıştır.

Listeyi hazırlarken ekmek, et ve sos çeşitlerinin yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

Örnek: BSK = Buğday, Salam ve Ketçap dan yapılan sandviç

SORU 10: Bir otomobil yarışında Dodge (D), Chevrolet (C), Ford (F) ve Mercedes (M) marka dört araba yarışmaktadır. Seyircilerden biri arabaların yarışı bitiriş sırasının DCFM olacağını tahmin etmektedir. Arabaların diğer mümkün olan bütün yarışı bitirme sıralarını cevap kağıdında bu soruyla ilgili bırakılan boşluklara yazınız.

Cevap kağıdında gereksiniminizden fazla yer bırakılmıştır.

Bitirme sıralarını gösterirken, arabaların yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

Örnek : DCFM yarışı sırasıyla önce Dodge'nin sonra Chevrolet'in sonra Ford'un ve en son Mercedes' in bitirdiğini gösterir.

Ek 4: Test Sorularının Cevap Anahtarları
Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi Cevap Anahtarı

SORU-1	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)X
Açıklaması	(1)X	(2)	(3)	(4)	(5)
SORU-2	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)X
Açıklaması	(1)X	(2)	(3)	(4)	(5)
SORU-3	(a)	(b)	(c)X	(d)	(e)
Açıklaması	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)X
SORU-4	(a)X	(b)	(c)	(d)	(e)
Açıklaması	(1)	(2)	(3)	(4)X	(5)
SORU-5	(a)X	(b)	(c)	(d)	(e)
Açıklaması	(1)	(2)	(3)	(4)X	(5)
SORU-6	(a)	(b)X	(c)	(d)	(e)
Açıklaması	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)X
SORU-7	(a)X	(b)	(c)	(d)	(e)
Açıklaması	(1)	(2)	(3)	(4)X	(5)
SORU-8	(a)	(b)X	(c)	(d)	(e)
Açıklaması	(1)	(2)	(3)	(4)X	(5)

BSK	ÇSK	YSK
BSM	ÇSM	YSM
BST	ÇST	YST
BPK	ÇPK	YPK
BPM	ÇPM	YPM
BPT	ÇPT	YPT
BHK	ÇHK	YHK
BHM	ÇHM	YHM
BHT	ÇHT	YHT

DCFM	CDFM	FDCM	MDCF
DCMF	CDMF	FDMC	MDFC
DFCM	CFDM	FCDM	MCDF
DFMC	CFMD	FCMD	MCFD
DMCF	CMDF	FMDC	MFDC
DMFC	CMFD	FMCD	MFCD

MPYDT CEVAP ANAHTARI

SORU	A	B	C	D	E
1			X		
2		X			
3					X
4	X				
5				X	
6					X
7			X		
8				X	
9		X			
10	X				
11			X		

SORU	A	B	C	D	E
12				X	
13					X
14		X			
15		X			
16				X	
17	X				
18			X		
19		X			
20				X	

MPYKT CEVAP ANAHTARI

SORU	CEVAP
1	6.ŞEKİL
2	5.ŞEKİL
3	5. ŞEKİL
4	7. ŞEKİL
5	4. ŞEKİL

Ek 5: Yazışmalar

15.02.2010

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

ANKARA

Enstitünüzün Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı 078131401 numaralı öğrencisiyim. Tez aşamasındayım. "Öğrencilerin Atom ve Molekül Hakkındaki Yanlış Kavramaları ve Bunları İyileştirmek İçin Bazı Etkinlikler" konulu tezimle ilgili uygulamaları 2009-2010 Eğitim- Öğretim yılının ikinci döneminde Denizli İli Denizli Anadolu Lisesi, Erbakır Fen Lisesi, Denizli Lisesi, Atatürk Endüstri Meslek Lisesi, Servergazi İlköğretim Okulu ve Doğan Demircioğlu Emsan İlköğretim Okulu isimli ilköğretim ve lise okullarının 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. sınıflarında uygulamak istiyorum. Uygulama planı ve kullanılacak ölçüm aleti ekte verilmiştir.

Gereğinin yapılmasını saygılarımla arz ederim.

Danışman
Doç. Dr. Mustafa SARIKAYA

Ayşegül ERGÜN
078131401

Adresi:
Feslikan Mah. İnönü Cad.
Levent Apt. No: 20 Kat:4 Daire No:11
DENİZLİ

Ekler:
Ek.1: Uygulama planı
Ek.2: Uygulamada kullanılacak anket



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAYI : B.30.2.GÜN.0.44.72.00 /1072
KONU : İzin

ANKARA
17.02.2010

DENİZLİ VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğüne

Enstitümüz İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı Doktora öğrencisi Ayşegül ERGÜN, Doç. Dr. Mustafa SARIKAYA danışmanlığında yürüttüğü *"Öğrencilerin Atom ve Molekül Hakkındaki Yanlış Kavramaları ve Bunları İyileştirmek İçin Bazı Etkinlikler"* konulu tezi ile ilgili olarak Denizli İline bağlı dilekçesinde belirttiği okullarda uygulama yapmak istemektedir.

İlgili öğrenciye müsaade edilmesi hususunda gereğini bilgilerinize saygılarımla arz/rica ederim.

Prof. Dr. Nezahat GÜÇLÜ
Enstitü Müdürü

EKLER:

- 1- Dilekçe
- 2- Tez Önerisi
- 3- Uygulama Planı
- 4- Uygulamada Kullanılacak Anket

**T.C.
DENİZLİ VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü**

Sayı : B.08.4.MEM.4.20.00.09.010/ 12815
Konu : Anket Onayı.

15 Nisan 2010

VALİLİK MAKAMINA

08.04.2010 388-1392

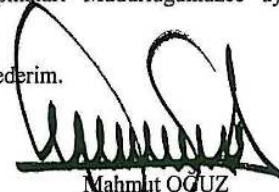
İlgi :a) Pamukkale Üniversitesi Rektörlüğünün 19/02/2010 tarih ve 184-666 sayılı yazıları.
b) Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünün 17/02/2010 tarih ve 1072 sayılı yazıları.

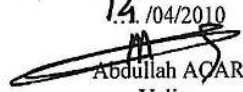
Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Bilimleri Ana bilim Dalı Eğitim Yönetimi, Teftişi, Planlaması ve Ekonomisi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Alev COŞKUN KİTİŞ Pamukkale Üniversitesi Rektörlüğünün ilgi a) yazıları gereği, ekli listede belirtilen İlköğretim ve Ortaöğretim okullarında “Okul yöneticilerinin uzaktan hizmet içi eğitime ilişkin görüşleri “ konulu araştırma yapmak istemektedir.

Gazi Üniversitesi İlköğretim Anabilim dalı Fen Bilgisi öğretmenliği Bilim dalı Doktora öğrencisi Aysegül ERGÜN Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünün ilgi a) yazıları gereği, müdürlüğümüze bağlı Merkez İlköğretim ve Ortaöğretim Okullarında (6 Adet) “ Öğrencilerin atom ve molekül hakkındaki yanlış kavramları ve bunları iyileştirmek için bazı etkinlikler “ konulu araştırma yapmak istemektedir.

Adı geçen Yüksek Lisans ve Doktora öğrencilerinin ilgi (a-b) yazılar ekinde belirlenen okullarda, konuları ile ilgili anket çalışmalarını 29/05/2010 tarihine kadar yapmaları Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde OLUR'larınıza arz ederim.


Mahmut OGUZ
Millî Eğitim Müdürü

OLUR
14. /04/2010

Abdullah AÇAR
Vali a.
Vali Yardımcısı

EKLER :
1-İlgi yazı (2 Sayfa)
2-Anket Formu (... Sayfa)

	Saltık Mh.Öğuzhan Cd.No:76 20100 DENİZLİ Bilgi için : VHKİ H.ÇEPNİ Telefon: (0 258) 265 55 54 / 617 – 262 23 53 Faks: (0 258) 265 01 69 egitim20@meh.gov.tr	EGİTİM %100 DESTEK		EGİTİMİN ENEL MODELİ OKUL YÖNETİMİ GELİŞTİRME PROGRAMI	EGİTİMDE REFORM Daha aydınlık gelecek!
---	--	-----------------------------------	---	---	---

Ek 6: MPYKT'ye Yönelik Uygulanan Etkinlikler

1. Kömürdeki Karbon Atomlarının Modellemesi Aktivitesi

Araç Gereç ve Malzemeler:

- Bir parça kömür
- Çekiç
- Kömürdeki karbon atomlarını temsil eden siyah renkli boncuklar
- Cam bir tabak

Etkinliğin yapılışı:

- Sınıfta üç grup oluşturunuz.
- Her grup aşağıdaki işlem basamaklarını uygulasin.
- Sınıfa getirilen bir parça kömüre çekiçle vurunuz.
- Cam bir tabağın içine kömür atomlarını temsil eden siyah boncukları koyunuz.
- Cam tabak içindeki boncuklara çekiçle vurunuz.
- Gözlemlerinizi not ediniz.

Soruları Yanıtlayınız:

- Kömüre çekiçle vurulduğunda ne oldu?
- Kömüre çekiçle vurduğumuzda oluşan parçaları sonsuza kadar bölmeye devam etseydik ne görürdük?
- Kömüre çekiçle vurduğumuzda kömürü oluşturan karbon atomlarına ne olur?
- Cam tabak içindeki siyah renkli boncuklar neyi temsil ediyor olabilir?
- Cam tabak içindeki boncuklara çekiçle vurulduğunda ne oldu?

Öğrencilerden Beklenen Doğru Yanıtlar:

- Kömüre çekiçle vurulduğunda küçük kömür parçalarına ayrıldı.
- Oluşan bu parçaları sonsuza kadar bölmeye devam edebilseydik kömürü oluşturan karbon atomuna ulaşırdık.
- Kömüre çekiçle vurduğumuzda kömürü oluşturan bir karbon atomunda herhangi bir değişiklik olmaz.
- Cam tabağın içindeki siyah renkli boncuklar kömürü oluşturan karbon atomlarını temsil etmektedir.
- Cam tabak içindeki boncuklara çekiçle vurduğumuzda boncuklarda bir değişiklik olmadı, sadece yerleri değişti.

2. Toplu İğnedeki Demir Atomlarının Modellemesi Aktivitesi

Araç Gereç ve Malzemeler:

- Bir adet toplu iğne
- Çekiç
- Toplu iğnedeki demir atomlarını temsil eden mavi renkli boncuklar
- Cam bir tabak

Etkinliğin yapılışı:

- Sınıfta üç grup oluşturunuz.
- Her grup aşağıdaki işlem basamaklarını uygulasin.
- Sınıfa getirilen bir toplu iğneye çekiçle vurunuz.
- Cam bir tabağın içine demir atomlarını temsil eden mavi boncukları koyunuz.
- Cam tabak içindeki boncuklara çekiçle vurunuz.
- Gözlemlerinizi not ediniz.

Soruları Yanıtlayınız:

- Toplu iğneye çekiçle vurulduğunda ne oldu?
- Toplu iğneye çekiçle vurduğumuzda toplu iğneyi oluşturan demir atomlarına ne olur?
- Cam tabak içindeki mavi renkli boncuklar neyi temsil ediyor olabilir?
- Cam tabak içindeki boncuklara çekiçle vurulduğunda ne oldu?

Öğrencilerden Beklenen Doğru Yanıtlar:

- Toplu iğneye çekiçle vurulduğunda toplu iğne ezilerek şekli değişti.
- Toplu iğneye vurduğumuzda toplu iğneyi oluşturan bir demir atomunda herhangi bir değişiklik olmaz.
- Cam tabağın içindeki mavi renkli boncuklar toplu iğneyi oluşturan karbon atomlarını temsil etmektedir.
- Cam tabak içindeki boncuklara çekiçle vurduğumuzda boncuklarda bir değişiklik olmadı, sadece yerleri değişti.

3. Katı Naftalindeki Naftalin Moleküllerinin Modellemesi Aktivitesi

Araç Gereç ve Malzemeler:

- Katı naftalin
- Deney tüpü
- İspirto ocağı
- Naftalindeki naftalin moleküllerini temsil eden beyaz renkli boncuklar

Etkinliğin yapılışı:

- Sınıfta üç grup oluşturunuz.
- Her grup aşağıdaki işlem basamaklarını uygulasin.
- Sınıfa getirilen bir parça katı naftalini deney tüpüne koyup tüpün ağzını kapatınız.
- İspirto ocağını yakarak katı naftalinin sıvı hale geçmesini sağlayınız.
- Gözlemlerinizi not ediniz.

Soruları Yanıtlayınız:

- Naftalin ispirto ocağında ısıtıldığında ne oldu?
- Naftalini ispirto ocağında ısıttığımızda naftalini oluşturan naftalin moleküllerine ne olur?
- Deney tüpünün içindeki beyaz renkli boncuklar neyi temsil ediyor olabilir?
- Daha önceki etkinlik örneklerinden yola çıkarak düşündüğünüzde naftalin eriyip sıvı hale geçtiğinde naftalin moleküllerine ne olur?

Öğrencilerden Beklenen Doğru Yanıtlar:

- Naftalin ispirto ocağında ısıtıldığında eriyerek sıvı hale geçti.
- Naftalini ısıtarak erittiğimizde naftalini oluşturan naftalin moleküllerinde herhangi bir değişiklik olmaz.
- Deney tüpünün içine koyduğumuz beyaz renkli boncuklar naftalini oluşturan naftalin moleküllerini temsil etmektedir.
- Daha önceki etkinlik örneklerindeki kömüre ve demire çekiçle vurulması olayı gibi naftalinin erimesi olayı da fiziksel bir değişimdir. Fiziksel değişimlerde maddeyi oluşturan atom ya da moleküllerde herhangi bir değişiklik olmaz. Dolayısıyla katı halden sıvı hale geçen naftalini oluşturan naftalin moleküllerinde de herhangi bir değişiklik olmaz.

4. Havadaki Azot ve Oksijen Moleküllerinin Modellemesi Aktivitesi

Araç Gereç ve Malzemeler:

- Mavi renkli boncuklar
- Sarı renkli bomcuklar
- Oyuncak uçak
- Cam bir tabak

Etkinliğin yapılışı:

- Sınıfta üç grup oluşturunuz.
- Her grup aşağıdaki işlem basamaklarını uygulasin.
- Sınıfa getirilen mavi renkli boncuklar ile sarı renkli boncukları bir cam tabağın içine birbirinden uzakta olacak şekilde yerleştiriniz.
- Oyuncak uçağın tabak içindeki boncuklara çarpmasını sağlayınız.
- Gözlemlerinizi not ediniz.

Soruları Yanıtlayınız:

- Tabak içindeki mavi ve sarı renkli boncuklar neleri temsil ediyor olabilir?
- Hızla giden bir otomobil, uçak ya da tren havadaki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülüne ne olur?

Öğrencilerden Beklenen Doğru Yanıtlar:

- Tabak içindeki mavi renkli boncuklar azot moleküllerini, sarı renkli boncuklar oksijen moleküllerini temsil etmektedir.
- Hızla giden bir uçak havadaki bir azot molekülüne çarptığında azot molekülünde hiçbir değişiklik olmaz.

5. Sıvı ve Gaz Halindeki Cıvayı Oluşturan Cıva Atomunun Modellemesi Aktivitesi

Araç Gereç ve Malzemeler:

- Oda sıcaklığında sıvı cıva
- Sarı renkli boncuklar
- Cam bir tabak

Etkinliğin yapılışı:

- Sınıfta üç grup oluşturunuz.
- Her grup aşağıdaki işlem basamaklarını uygulasin.
- Sınıfa getirilen sarı renkli boncukları bir cam tabağın içine birbirinden biraz uzakta olacak şekilde yerleştiriniz.
- Cıvanın ısıtılarak gaz hale geçmesi durumunda cıvayı oluşturan bir cıva atomuna ne olacağını tartışınız.

Soruları Yanıtlayınız:

- Tabak içindeki sarı renkli boncuklar neleri temsil ediyor olabilir?
- Sıvı cıvanın ısıtılarak gaz hale geçmesi durumunda cıvayı oluşturan bir cıva atomuna ne olur?

Öğrencilerden Beklenen Doğru Yanıtlar:

- Tabak içindeki sarı renkli boncuklar sıvı halde bulunan cıvayı oluşturan cıva atomlarını temsil etmektedir.
- Sıvı cıvanın ısıtılarak gaz hale geçmesi durumunda cıvayı oluşturan bir cıva atomunda hiçbir değişiklik olmaz. Çünkü daha önceki etkinlik örneklerinde olduğu gibi sıvı halden gaz hale geçme olayı fiziksel değişimdir. Fiziksel değişimlerde maddeleri oluşturan parçacıkların yapısında değişiklik olmaz. Bu etkinlikte cıva sıvı halden gaz hale geçtiği için cıva atomlarını temsil eden sarı renkli boncukların arasındaki uzaklık bir miktar daha artar.

Ek 7: Uygulama esnasında çekilen fotoğraflar









