

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

**“MADDENİN TANECİKLİ YAPISI” ÜNİTESİNE YÖNELİK
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÖĞRETİM
MATERYALİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE ETKİLİLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Osman KENAN

**TRABZON
Şubat, 2014**

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

**“MADDENİN TANECİKLİ YAPISI” ÜNİTESİNE YÖNELİK
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÖĞRETİM
MATERYALİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE ETKİLİLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Osman KENAN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Doktor Unvanı
Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Haluk ÖZMEN**

**TRABZON
Şubat, 2014**

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 14 / 02 / 2014

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Haluk ÖZMEN



Üye : Prof. Dr. Nurtaç CANPOLAT



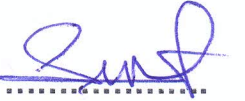
Üye : Prof. Dr. Şule BAHÇECİ



Üye : Doç. Dr. Gökhan DEMİRCİOĞLU



Üye : Doç. Dr. Suat ÜNAL



Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Nevzat YİĞİT
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

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

(İmza)

Osman KENAN

14 / 02 / 2014

ÖN SÖZ

Bu çalışma, Ortaokul 6. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan "Maddenin Tanecikli Yapısı" ünitesinde çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanıldığı Zenginleştirilmiş Bilgisayar Destekli Öğretim Materyali geliştirmek ve bu materyalin etkililiğini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

Araştırma sonucunda Fen Bilimleri öğretmenlerine, öğretmen adaylarına, İlköğretim 6. sınıf öğrencilerine ve bu alanda çalışan araştırmacılara farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş Bilgisayar Destekli Öğretim Materyali sunulmuştur.

Danışmanlığımı üstlenen, maddi ve manevi yardım ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, saygı değer hocam Prof. Dr. Haluk ÖZMEN'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım sırasında görüş ve önerilerinden yararlandığım değerli hocalarım Prof. Dr. Muammer ÇALIK, Doç. Dr. Gökhan DEMİRCİOĞLU, Doç. Dr. Suat ÜNAL ve Doç. Dr. Hasan KARAL'a ve yetişmemde emeği bulunan sayın hocalarım Prof. Dr. Şule BAHÇECİ, Prof. Dr. Alipaşa AYAS, Prof. Dr. Salih ÇEPNİ ve Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, çalışmanın yürütüldüğü Bener Cordan Ortaokulunda uygulamaların yapılmasında yardımlarını esirgemeyen zümre arkadaşlarım başta olmak üzere, tüm yönetici ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak, tez çalışmalarım süresince her zaman büyük bir fedakârlıkla destek olan sevgili eşim Nagihan'a ve her gördüğü kişiye "Baba atti, kapı" diyerek ayrı kalma sitemini dile getiren, neşesi ile bize mutluluk veren oğlum Ali Asaf'a, dualarıyla beni hiç yalnız bırakmayan anneme ve babama saygı ve sevgilerimi sunarım.

Osman KENAN
Trabzon 2014

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	X
ABSTRACT	XI
TABLolar LİSTESİ	XII
ŞEKİLLER LİSTESİ	XV
GRAFİKLER LİSTESİ	XVII
KISALTMALAR LİSTESİ	XVIII
1. GİRİŞ	1
1. 1. Araştırmanın Amacı	7
1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	8
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	14
1. 4. Araştırmanın Varsayımları.....	14
1. 5. Tanımlar.....	14
2. LİTERATÜR TARAMASI	17
2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi	17
2. 1. 1. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı ve 5E Modeli	17
2. 1. 2. Alternatif Kavramalar	21
2. 1. 2. 1. Alternatif Kavramaların Belirlenmesi.....	22
2. 1. 2. 2. Alternatif Kavramaların Giderilmesi	23
2. 1. 3. Materyallerin Geliştirilmesinde Kullanılan Farklı Yöntem ve Teknikler	24
2. 1. 3. 1. Kavramsal Değişim Metinleri (KDM)	25
2. 1. 3. 2. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) Yöntemi.....	26
2. 1. 3. 3. Çalışma Yaprakları (ÇY).....	27
2. 1. 3. 4. Animasyon ve Simülasyonlar.....	28
2. 1. 3. 5. Analogiler	29
2. 1. 3. 6. Kavram Haritaları (KH)	29
2. 1. 3. 7. Anlam Çözümleme Tabloları (AÇT).....	30
2. 1. 3. 8. Alternatif Değerlendirme Araçları.....	31
2. 1. 4. Farklı Yöntem ve Tekniklerin Birlikte Kullanımı	31

2. 1. 5. Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ)	35
2. 1. 5. 1. Bilgisayar Destekli Fen Öğretimi.....	36
2. 1. 5. 2. Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı BDÖ	39
2. 1. 6. BDÖ Materyallerinin Tasarımı	43
2. 1. 6. 1. ADDIE Öğretim Tasarımı Modeli	44
2. 1. 6. 1. 1. Analiz Süreci.....	45
2. 1. 6. 1. 2. Tasarım Süreci.....	45
2. 1. 6. 1. 3. Geliştirme Süreci.....	46
2. 1. 6. 1. 4. Uygulama Süreci.....	46
2. 1. 6. 1. 5. Değerlendirme Süreci	46
2. 1. 7. Maddenin Tanecikli Yapısı (MTY) ile İlgili Çalışmalar	47
2. 1. 7. 1. MTY ile İlgili Anlamaların Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar.....	47
2. 1. 7. 2. MTY ile İlgil Alternatif Kavramaların Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar	51
2. 1. 7. 2. 1. MTY İle İlgili Alternatif Kavramalar	52
2. 1. 7. 3. MTY ile İlgili Anlamaların Artırılması ve Alternatif Kavramaların Düzeltilmesine Yönelik Çalışmalar	59
2. 1. 7. 4. MTY İle İlgili BDÖ Çalışmaları	62
2. 2. Literatür Taramasının Sonucu	64
3. YÖNTEM	70
3. 1. Araştırma Modeli	70
3. 1. 1. Araştırmanın Tasarlanması	71
3. 2. Araştırma Grubu	74
3. 3. Veri Toplama Araçlarının ve Materyalin Geliştirilmesi.....	76
3. 3. 1. Veri Toplama Araçları	76
3. 3. 1. 1. Testler	76
3. 3. 1. 1. 1. Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi (MTYBT).....	77
3. 3. 1. 1. 2. Maddenin Tanecikli Yapısı Kavram Testi (MTYKT)	80
3. 3. 1. 1. 3. Kısa Cevap Gerektiren Kavram Testi (KCGKT).....	86
3. 3. 1. 2. Mülakat	86
3. 3. 1. 3. Anket.....	87
3. 3. 2. Öğretim Materyalleri	87
3. 3. 2. 1. Bilgisayar Destekli Öğretim Materyali	88
3. 3. 2. 1. 1. Analiz Basamağında Yapılan İşlemler	88
3. 3. 2. 1. 2. Tasarım Basamağında Yapılan İşlemler.....	89

3. 3. 2. 1. 3. Geliştirme Sürecinde Yapılan İşlemler	92
3. 3. 2. 1. 3. 1. Farklı Yöntem Ve Tekniklerin Kullanımı	95
3. 3. 2. 1. 3. 1. 1. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) Yöntemi	96
3. 3. 2. 1. 3. 1. 2. Kavramsal Değişim Metinleri (KDM).....	98
3. 3. 2. 1. 3. 1. 3. Animasyon ve Simülasyonlar	102
3. 3. 2. 1. 3. 1. 4. Kavram Haritaları	104
3. 3. 2. 1. 3. 1. 5. Analogiler	104
3. 3. 2. 1. 3. 1. 6. Anlam Çözümleme Tabloları	105
3. 3. 2. 1. 3. 1. 7. Alternatif Değerlendirme Araçları	106
3. 3. 2. 1. 3. 2. 5E Modelinin Kullanımı	107
3. 3. 2. 1. 3. 2. 1. Girme Basamağı	107
3. 3. 2. 1. 3. 2. 2. Keşfetme Basamağı.....	107
3. 3. 2. 1. 3. 2. 3. Açıklama Basamağı	107
3. 3. 2. 1. 3. 2. 4. Derinleşme Basamağı.....	108
3. 3. 2. 1. 3. 2. 5. Değerlendirme Basamağı.....	108
3. 3. 2. 1. 4. Uygulama Sürecinde Yapılan İşlemler	109
3. 3. 2. 1. 5. Değerlendirme Sürecinde Yapılan İşlemler	109
3. 3. 2. 2. Çalışma Yaprakları	110
3. 3. 2. 3. Öğretmen Rehber Materyali	111
3. 3. 3. Öğretim Materyallerinin Ön ve Pilot Uygulamaları	112
3. 3. 3. 1. BDÖ Materyalinde Yapılan Düzeltmeler	113
3. 3. 3. 2. Çalışma Yapraklarının Pilot Uygulaması ve Yapılan Düzeltmeler	115
3. 3. 3. 3. Öğretmen Rehber Materyalinin Pilot Uygulaması ve Yapılan Düzeltmeler	116
3. 3. 4. Asıl Uygulamalar	116
3. 3. 4. 1. Öğretim Materyallerinin Asıl Uygulaması	117
3. 3. 4. 2. Veri Toplama Araçlarının Asıl Uygulaması	118
3. 3. 5. Çalışma İzninin Alınması.....	119
3. 3. 6. Verilerin Analizi	119
3. 3. 6. 1. Testlerden Elde Edilen Verilerin Analizi	119
3. 3. 6. 2. Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi.....	121
3. 3. 6. 3. BDÖ Materyali Değerlendirme Anketinden Elde Edilen Verilerin Analizi	122
4. BULGULAR	124
4. 1. MTYBT'den Elde Edilen Bulgular	124

4. 2. MTYKT'den Elde Edilen Bulgular	130
4. 3. KCGKT'den Elde Edilen Bulgular	142
4. 3. 1. KCGKT'nin I. Bölümünden Elde Edilen Bulgular.	142
4. 3. 1. 1. Tanecik Büyüklüğü İle İlgili Bulgular	146
4. 3. 1. 2. Tanecikler Arası Boşluklar İle İlgili Bulgular	148
4. 3. 1. 3. Taneciklerin Hızları İle İlgili Bulgular	150
4. 3. 1. 4. Tanecik Sayısı İle İlgili Bulgular	153
4. 3. 2. KCGKT'nin II. Bölümünden Elde Edilen Bulgular.	156
4. 3. 2. 1. Taneciklerin Özellikleri ile İlgili Bulgular	157
4. 3. 2. 2. Maddelerin Makroskobik Özellikleri ile İlgili Bulgular	161
4. 3. 3. KCGKT'nin III. Bölümünden Elde Edilen Bulgular.	163
4. 3. 3. 1. Mikroskobik Düzeyde Meydana Gelen Değişimlerle İlgili Bulgular ...	167
4. 3. 3. 2. Makroskobik Düzeyde Meydana Gelen Değişimlerle İlgili Bulgular ...	168
4. 4. Öğrenci Mülakatlarından Elde Edilen Bulgular.....	170
4. 5. Materyalin Değerlendirilmesine Yönelik Bulgular	196
4. 5. 1. Öğretmen Mülakatından Elde Edilen Bulgular.	196
4. 5. 2. BDÖ Materyali Değerlendirme Anketinden Elde Edilen Bulgular.	198

5. TARTIŞMA

5. 1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma	205
5. 2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma	208
5. 2. 1. Mikroskobik Seviyedeki Kavramalara Yönelik Yapılan Tartışma.	212
5. 2. 1. 1. Tanecikli Yapı Fikri İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma .	213
5. 2. 1. 2. Tanecik Büyüklüğü İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma .	215
5. 2. 1. 3. Tanecik Sayısı İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma	219
5. 2. 1. 4. Tanecik Hareketi İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma.....	220
5. 2. 1. 5. Tanecikler Arası Boşluklar İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma.....	224
5. 2. 1. 6. Taneciklerin Diğer Özellikleri İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma.....	229
5. 2. 1. 7. Tanecik, Atom, molekül, Element, Bileşik, Karışım, Saf Madde Kavramları İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma.....	233
5. 2. 1. 8. Fiziksel ve Kimyasal Değişim Kavramları İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma	237
5. 2. 2. Makroskobik Seviyedeki Kavramalara Yönelik Yapılan Tartışma	239
5. 3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma	242

5. 4. Çalışmanın Genel Olarak Değerlendirilmesine ve Sınırlılıklarına Yönelik Tartışma.....	246
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	251
6. 1. Sonuçlar	251
6. 2. Öneriler	253
6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler	254
6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler.....	255
7. KAYNAKLAR	257
8. EKLER	280
9. ÖZGEÇMİŞ ve İLETİŞİM BİLGİLERİ	282

ÖZET

“Maddenin Tanecikli Yapısı” Ünitesine Yönelik Zenginleştirilmiş Bilgisayar Destekli Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Araştırılması

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim 6. sınıf, Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesine yönelik olarak yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline göre geliştirilen zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin öğrencilerin başarısına, alternatif kavramalarını gidermeye ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisini incelemektir.

Çalışmada yarı deneysel yöntem kapsamında, bir deney ve bir kontrol grubu kullanılmış ve veri toplama araçları ön test, son test ve gecikmiş test olarak uygulanmıştır. Araştırmanın örneklemini, Trabzon ilindeki bir ortaokulda, 6. sınıfta, iki farklı şubede öğrenim gören 41'i deney, 41'i de kontrol grubunda bulunan toplam 82 öğrenci oluşturmaktadır. Deney grubunda zenginleştirilmiş BDÖ materyali ile öğretim yapılırken, kontrol grubunda mevcut öğretmen rehber kılavuzu takip edilerek 5E modeline uygun olarak öğretim yapılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi” (MTYBT), “Maddenin Tanecikli Yapısı Kavram Testi” (MTYKT), “Kısa Cevap Gerektiren Kavram Testi” (KCGKT), “BDÖ Materyali Değerlendirme Anketi” ve yarı yapılandırılmış mülakatlar kullanılmıştır.

Araştırmadan elde edilen veriler, deney grubundaki öğrencilerin üniteye ilişkin kavramlara ilişkin anlamalarını geliştirmede ve alternatif kavramalarını gidermede kontrol grubundaki öğrencilere göre daha başarılı olduklarını göstermektedir. Ayrıca gruplar arasında kalıcılığı sağlama açısından anlamlı bir farklılık olmasa da, her iki grupta yapılan öğretimin de kalıcı öğrenmeyi sağlamada etkili olduğu görülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, farklı konu ve kavramlarla ilgili olarak değişik tekniklerin birbirinin yetersiz yönlerini ortadan kaldıracak şekilde BDÖ materyalleri içerisinde birlikte kullanımının önemli olduğunu göstermektedir. Çalışma sonuçlarına dayalı olarak, soyut ve mikroskobik seviyedeki kavramların öğretiminde animasyon ve simülasyonlar içeren ve farklı tekniklerin kullanıldığı zenginleştirilmiş BDÖ materyallerinin geliştirilip kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Maddenin Tanecikli Yapısı, Bilgisayar Destekli Öğretim, Zenginleştirilmiş Öğretim Materyali, Alternatif Kavrama

ABSTRACT

Developing and Investigating the Effectiveness of Enriched Computer Based Instruction Material on “the Particulate Nature of Matter” Subject

The aim of this study is to investigate the effectiveness of enriched computer based instruction (CBI) material prepared for the particulate nature of matter on grade six based on the 5E model of constructivist approach on students' success, alternative conceptions and permanence of the knowledge.

A quasi experimental design and one control group (CG) and one experimental group (EG) were used in the study and data collection was made via pretest, posttest and delayed test implementation of the tools. The sample for the study consisted of a total of 82 sixth grade students (CG with 41 students and EG with 41 students) enrolled in a primary school in Trabzon. While the control group was taught with existing teacher guide based on 5E model, the experimental group received the CBI material. “The Particulate Nature of Matter Success Test (PNMST)”, the Particulate Nature of Matter Concept Test (PNMCT), “Concept Test with Short Answer (CTSA), “CBI Material Evaluation Questionnaire (CAI MEQ)” and semi-structured interviews were used in the study as data collection tools.

Results indicate that EG was more successful than the CG based on students' understanding and alternative conceptions. In addition, although there was no statistical significant difference between group based on the permanence of the knowledge, both instructional design used in the groups became effective on the permanency of the students' knowledge. The results show that it is important to integrate different instructional techniques into the CBI materials for decreasing the inadequacies of them. Based on the study, it is concluded that enriched CBI materials including animations, simulations and different techniques should be developed and used in teaching of abstract and microscopic level concepts.

Keywords: The Particulate Nature of Matter, Computer Based Instruction, Enriched Instructional Material, Alternative Conception

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	5E Modeli İle İlgili Bazı Çalışmalar	20
2.	Farklı Öğretim Yöntem Ve Tekniklerinin Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar.....	33
3.	Çalışmalarda Kullanılan Öğretim Yöntem Ve Teknikleri.	34
4.	Yapılandırmacı Yaklaşımı Esas Alan BDÖ İle İlgili Çalışmalar	41
5.	MTY İle İlgili Öğrencilerin Anlamaları Hakkındaki Çalışmalar.	49
6.	MTY ile İlgili Öğrencilerin Mikroskobik Seviyede Sahip Olduğu Alternatif Kavramalar.....	53
7.	MTY ile İlgili Öğrencilerin Makroskobik Seviyede Sahip Olduğu Alternatif Kavramalar.....	57
8.	MTY ile İlgili Anlamaların Artırılması Ve Alternatif Kavramaların Giderilmesine Yönelik Çalışmalar.....	60
9.	MTY ile İlgili BDÖ'nün Kullanıldığı Çalışmalar.	63
10.	Araştırmaya Ait Çalışma Takvimi.	74
11.	Örneklemedeki Öğrenci Sayıları	75
12.	Deney ve Kontrol Grubu Öğretmenlerinin Özellikleri.	75
13.	MTYBT Kazanım Tablosu.	78
14.	MTYBT Analiz Sonuçları	79
15.	MTYKT Sorularının Alternatif Kavramalara Göre Dağılımı.....	83
16.	BDÖ Materyalinin İçerdiği Konu ve Etkinlikler.....	90
17.	Konu ve Etkinliklerde Kullanılan Yöntem ve Teknikler.	95
18.	Alternatif Kavramalar ve Geliştirilen KDM'lerin Yer Aldığı Etkinlik ve Konular.....	100
19.	BDÖ Materyalinde Kullanılan Animasyon ve Simülasyonların Konu ve Etkinliklere Göre Dağılım.....	102
20.	Mülakatların Analizinde Kullanılan Kategoriler ve İçerikleri.....	121

21.	Çizimlerin Analizinde Kullanılan Kategoriler ve İçerikleri	122
22.	MTYBT Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	124
23.	MTYBT Ön Test Puanlarının Gruba Göre T-Testi Sonuçları.....	125
24.	MTYBT Ön Test-Son Puanları ANOVA Sonuçları	125
25.	MTYBT Ön Test, Son Test ve Gecikmiş Test Puanlarının ANOVA Sonuçları.	126
26.	Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin MTYBT Cevapları Yüzde Dağılımı.	127
27.	MTYKT Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	130
28.	MTYBT Ön Test Puanlarının Gruba Göre T-Testi Sonuçları.....	130
29.	MTYKT Ön Test-Son Puanları ANOVA Sonuçları.	131
30.	MTYKT Ön Test, Son Test ve Gecikmiş Test Puanlarının ANOVA Sonuçları.	132
31.	MTYKT'ye Verilen Cevaplara Ait Yüzde Dağılımları	133
32.	MTYKT'nin 20. Sorusuna Verilen Cevapların Yüzde Dağılımları.	140
33.	KCGKT'nin I. Bölümü Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.	142
34.	KCGKT Ön Test Puanlarının Gruba Göre T-Testi Sonuçları	142
35.	KCGKT Ön Test-Son Puanları ANOVA Sonuçları	143
36.	KCGKT Ön Test, Son Test ve Gecikmiş Test Puanlarının ANOVA Sonuçları.	144
37.	KCGKT'nin I. Bölümünden Elde Edilen Tanecik Büyüklüğü İle İlgili Cevapların Yüzde Dağılımları.	147
38.	KCGKT'nin I. Bölümünden Elde Edilen Tanecikler Arası Boşluklarla İlgili Cevapların Yüzde Dağılımları	149
39.	KCGKT'nin I. Bölümünden Elde Edilen Taneciklerin Hızları İle İlgili Cevapların Yüzde Dağılımları.	151
40.	KCGKT'nin I. Bölümünden Elde Edilen Tanecik Sayısı İle İlgili Cevapların Yüzde Dağılımları.	154
41.	KCGT'nin İkinci Bölümünden Elde Edilen Taneciklerin Özellikleri İle İlgili Cevaplar	158
42.	KCGT'nin İkinci Bölümü Makroskobik Özellikler İle İlgili Cevaplar.	161
43.	KCGKT III. Bölümü Deney ve Kontrol Grubu Cevapları.....	166

44.	KCGKT'nin III. Bölümünde Öğrencilerin Sahip Oldukları Alternatif Kavramalar ve Yüzdeler Oranları	170
45.	Mülakatın 1. Sorusuna Ait Öğrencilerin Çizim ve Açıklamaları	171
46.	Mülakatın 2. Sorusuna Ait Öğrencilerin Çizim ve Açıklamaları.	174
47.	Mülakatın 2. Sorusuna "Tanecikli Hatalı" Kategorisinde Çizim Yapan Öğrencilerin Çizimlerinin Detayları.	174
48.	Mülakatın 3. Sorusuna Ait Öğrencilerin Çizim ve Açıklamaları	177
49.	Mülakatın 4. Sorusuna Ait Öğrencilerin Açıklamaları.....	180
50.	Mülakatın 5. Sorusuna Ait Öğrencilerin Açıklamaları.....	182
51.	Mülakatın 6. Sorusuna Ait Öğrenci Çizimlerinin Kategorilere Göre Dağılımı.....	183
52.	Mülakatın 6. Sorusuna Ait Öğrenci Cevaplarının Kategorilere Göre Dağılımı.....	185
53.	Mülakatın 7. Sorusuna Ait Öğrencilerin Çizim ve Açıklamaları.	189
54.	Mülakatın 8. Sorusuna Ait Öğrencilerin Açıklamaları.....	192
55.	Mülakatın 9. Sorusuna Ait Öğrencilerin Açıklamaları.....	194
56.	BDÖ MDA'nın Birinci Bölümü Öğrenci Cevapları.	199
57.	BDÖ MDA'nın İkinci Bölümünün Birinci Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları.	200
58.	BDÖ MDA'nın İkinci Bölümünün İkinci Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları	201
59.	BDÖ MDA'nın İkinci Bölümünün Üçüncü Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları.	201
60.	BDÖ MDA'nın İkinci Bölümünün Dördüncü Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları.	202
61.	BDÖ MDA'nın İkinci Bölümünün Beşinci Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları	203
62.	BDÖ MDA'nın İkinci Bölümünün Altıncı Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları.	203

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	ADDIE öğretim tasarımı modeli (Şimşek, 2013).	44
2.	Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması	73
3.	MTYKT'nin geliştirilme aşamaları	81
4.	MTYKT'nin geliştirilmesinde kullanılan kavram haritası	82
5.	BDÖ materyalinin senaryosundan bir bölüm	91
6.	Öykü yapraklarından bir bölüm	93
7.	Örnek etkinlik giriş animasyonları ekran görüntüleri.	93
8.	BDÖ materyalindeki etkileşimleri gösteren örnek ekran görüntüsü.....	94
9.	Tahmin aşaması örnek ekran görüntüleri	97
10.	Gözlem aşaması örnek ekran görüntüleri.....	97
11.	Açıklama aşaması örnek ekran görüntüleri	98
12.	KDM örnek ekran görüntüleri	101
13.	Kavram haritası örnek ekran görüntüleri.....	104
14.	Analoji örnek ekran görüntüleri.....	105
15.	AÇT örnek ekran görüntüleri	105
16.	Alternatif değerlendirme araçları örnek ekran görüntüleri	106
17.	Derinleştirme basamağı örnek ekran görüntüleri.....	108
18.	Değerlendirme basamağı örnek ekran görüntüleri.....	109
19.	Elementlere ait örnek çalışma yaprağı	111
20.	Pilot ve asıl uygulamada kullanılan BDÖ materyaline ait ekran görüntüleri.....	113
21.	KO1'in mülakatın 1. sorusuna yaptığı çizim.....	172
22.	KA1'nin mülakatın 1. sorusuna yaptığı çizim	172
23.	KA2'nin mülakatın 1. sorusuna yaptığı çizim	173

24.	DÜ2'nin mülakatın 2. sorusuna yaptığı çizim.....	175
25.	KÜ2'ün mülakatın 2. sorusuna yaptığı çizim.....	175
26.	DÜ1'in mülakatın 3. sorusuna yaptığı çizim.....	177
27.	DO2'in mülakatın 3. sorusuna yaptığı çizim	178
28.	KA1'in mülakatın 3. sorusuna yaptığı çizim	178
29.	DO1'in 6. soruya ait çizimleri.....	184
30.	KÜ2'nin 6. soruya ait çizimleri	185
31.	DÜ2'in mülakatın 7. sorusuna yaptığı çizim.....	189
32.	DA2'nin mülakatın 7. sorusuna yaptığı çizim	191
33.	DO2'nin mülakatın 9. sorusuna yaptığı çizim.....	195
34.	DÜ2'nin mülakatın 9. sorusuna yaptığı çizim.....	195
35.	KÜ2'nin mülakatın 9. sorusuna yaptığı çizim.....	196

GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MTYBT cevaplarının karşılaştırılması	129
2.	Deney grubu öğrencilerinin MTYKT cevaplarının karşılaştırılması	141
3.	KCGKT'nin birinci bölümüne ön test uygulamasında alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin yüzde dağılımı	145
4.	KCGKT'nin birinci bölümüne son test uygulamasında alternatif kavrama içeren cevap veren öğrencilerin yüzde dağılımı	145
5.	KCGKT'nin birinci bölümüne gecikmiş son testte alternatif kavrama içeren cevap veren öğrencilerin yüzde dağılımı	146
6.	KCGKT'nin ikinci bölümüne ön testte alternatif kavrama içeren cevap veren öğrencilerin yüzde dağılımı	156
7.	KCGKT'nin ikinci bölümüne son testte alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin yüzde dağılımı.	157
8.	KCGKT'nin ikinci bölümüne gecikmiş son testte alternatif kavrama içeren cevap veren öğrencilerin yüzde dağılımı	157
9.	KCGKT'nin üçüncü bölümü ön test uygulamasında alternatif kavramaya sahip öğrencilerin yüzde dağılımı	164
10.	KCGKT'nin üçüncü bölümü son test uygulamasında alternatif kavramaya sahip öğrencilerin yüzde dağılımı	165
11.	KCGKT'nin üçüncü bölümü gecikmiş test uygulamasında alternatif kavramaya sahip öğrencilerin yüzde dağılımı	165

KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Araştırmacı
AÇT	: Anlam Çözümleme Tablosu
ADDIE	: Analysis-Design-Development-Implementation-Evaluation
BDÖ	: Bilgisayar Destekli Öğretim
BDÖ MDA	: Bilgisayar Destekli Öğretim Materyal Değerlendirme Anketi
ÇY	: Çalışma Yaprağı
DA	: Deney-Alt grup
DG	: Deney Grubu
DO	: Deney-Orta grup
DÜ	: Deney-Üst grup
GT	: Gecikmiş Test
KA	: Kontrol-Alt grup
KCGKT	: Kısa Cevap Gerektiren Kavram Testi
KDM	: Kavramsal Değişim Metni
KH	: Kavram Haritası
KO	: Kontrol-Orta grup
KÜ	: Kontrol-Üst grup
MTY	: Maddenin Tanecikli Yapısı
MTYBT	: Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi
MTYKT	: Maddenin Tanecikli Yapısı Kavram Testi
Ö	: Öğrenci
ÖT	: Ön Test
ST	: Son Test
TGA	: Tahmin-Gözlem-Açıklama

1. GİRİŞ

Kimya konuları, maddenin iç yapısıyla ilgili olduğundan bir çok soyut kavramı içermektedir. Kimyadaki kavramlar ve olaylar mikroskobik, makroskobik ve sembolik olmak üzere üç farklı düzeyde tanımlanabilir (Johnstone, 1982; 1991). Makroskobik düzey, öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabilecekleri gözlemlenebilir kimyasal olayları içerir. Mikroskobik düzey, doğrudan gözlemlenemeyen atom ya da molekül adı verilen tanecikleri ve bunlar arasındaki etkileşimleri kapsar. Sembolik düzey ise kimyasal olayların sayı, formül, model veya resimlerle ifade edilmesidir. Bu üç düzey birbiriyle doğrudan ilişkilidir ve öğrencilerin bir kimyasal olayı zihinlerinde tam olarak yapılandırabilmeleri için her üç düzeydeki bilgilere sahip olmaları büyük önem taşır (Nakhleh, 1992). Soyut işlemler aşamasına geçmemiş öğrencilerin mikroskobik düzeydeki olayları anlamaları ve düzeyler arasında doğru ilişkiler kurmaları oldukça zordur. Zira son otuz yılda fen bilimlerinin farklı alanlarında çeşitli kavramlar üzerinde yapılan çalışmalar, her seviyeden öğrencilerin özellikle soyut fen kavramlarını anlamakta güçlük çektiklerini ve alternatif kavramalara sahip olduklarını ortaya koymaktadır (Adbo ve Taber, 2009; Ayas, Özmen ve Çalık, 2010; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Özmen ve Kenan, 2007; Valanides, 2000). Son yıllarda ise öğrenci anlamalarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yerini anlamaların artırılması ve alternatif kavramaların giderilmesi üzerine odaklanan çalışmalara bırakmıştır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, öğrencilerin öğretim sürecinin merkezinde olduğu, yaparak yaşayarak bilgiyi kendisinin üretmeye ve anlamlı hale getirmeye çalıştığı, öğretmenin ise rehber, ortam düzenleyici ve yol gösterici bir rolde olduğu yaklaşımları ön plana çıkarmaktadır. Bu yaklaşımlar genel olarak yapılandırmacı yaklaşım olarak isimlendirilmekte olup, temel amacı Fen ve Teknoloji okuryazarı bireylerin yetiştirilmesine katkı sağlamak olan 2006 İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programının (FTÖP) hazırlanmasında yapılandırmacı yaklaşım esas alınmıştır (MEB, 2006). FTÖP'e yönelik hazırlanan öğrenci ve öğretmen rehber materyalleri de yapılandırmacı yaklaşımın en yaygın kabul gören ve kullanışlı olan (Bybee ve diğ., 2006; Gül, 2011; Keser, 2003; Metin ve Özmen, 2009) 5E modeline göre geliştirilmektedir. Literatürde yapılandırmacılığın ve 5E'ye dayalı öğretimin etkililiğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar da, çoğunlukla materyal geliştirme ve anlamlı öğrenme ve alternatif kavramaları gidermedeki etkisini belirleme üzerine odaklanmıştır.

İlgili literatür incelendiğinde 5E öğretim modelinin kavram öğretiminde sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. 5E öğretim modelinin öğrenci başarısının artırılmasında

(Akpınar, 2012; Aktaş, 2012; Bektaş, 2011; Birinci Konur, 2010; Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çardak, Dikmenli ve Sarıtaş, 2008; Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu, 2004; Gül, 2011; Karanlı, 2011; Kolomuç, 2009; Özsevgeç, 2007; Sağlam, 2006; Stephen ve Huziak-Clari, 2007; Şahin, 2010; Yalçın ve Bayrakçeken, 2010) etkili olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalar 5E öğretim modelinin öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesinde de etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çalık, Kolomuç ve Karagölge, 2010; Çardak ve diğ., 2008; Çepni, Şahin ve İpek, 2010; Çepni ve Şahin, 2012; Er Nas, Çalık ve Çepni, 2012; Fazelian, Naveh Ebrahim ve Soraghi, 2010; Gül, 2011; İpek Akbulut, Şahin ve Çepni, 2012; Kolomuç, 2009, 2012; Sağlam, 2006; Saka, 2006; Stephen ve Huziak-Clari, 2007; Şahin, Çalık ve Çepni, 2009; Şahin, 2010; Şenel Çoruhlu, Çalık ve Çepni, 2012; Tural, Akdeniz ve Alev, 2010; Vincent, Cassel ve Milligan, 2008; Yalçın ve Bayrakçeken, 2010). 5E modelinin öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisi ise sınırlı sayıda da olsa yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Kolomuç, 2012; Özsevgeç, 2007).

Literatürde yapılandırmacı yaklaşımı ve 5E modelini temel alan çalışmalar incelendiğinde, 5E'nin çok farklı yöntem ve teknikleri barındıracak şekilde kullanıldığı görülmektedir. (Brown, 2006; Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çepni ve diğ., 2010; Çepni ve Şahin, 2012; Er Nas ve diğ., 2012; İpek Akbulut ve diğ., 2012; Kurnaz ve Çalık, 2008; Şahin ve diğ., 2009; Şenel Çoruhlu ve diğ., 2012; Tural ve diğ., 2010; Wilder ve Shuttleworth, 2005). Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) uygulamalarının yapılandırmacı bir anlayışla geliştirilmesi veya 5E modeline göre uygulanması da bu kullanım şekillerinden birisidir. Soyut fen kavramlarının somutlaştırılmasında, öğrencilere zengin ve kendilerinin yapabilecekleri öğrenme etkinliklerinin sunulmasında BDÖ faydalı bir yöntemdir. Zira öğrencilerin görsel ve düşünsel yapılarını harekete geçirebilecek BDÖ materyallerinin geliştirilmesinin ve kullanılmasının anlamlı öğrenmenin sağlanması ve anlamakta güçlük çekilen kavramların öğretilmesinde etkili olduğu belirtilmektedir (Geban, Aşkar ve Özkan, 1992; Rodrigues, 1997, Özmen, 2008). Ülkemizde uygulamaya konulmaya başlanan "Eğitimde Fırsatları Artırma Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH) Projesi" ile birlikte akıllı tahta ve tablet bilgisayarlarda kullanılacak BDÖ materyallerinin bir kısmını öğretmen ve araştırmacıların hazırlaması planlanmaktadır (URL-1, 2011).

Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı materyal geliştirme çalışmalarına bakıldığında bu yaklaşımın BDÖ ile desteklendiği ve çoğunlukla 5E modelinin tercih edildiği görülmektedir. Bazı çalışmalarda BDÖ materyali yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak geliştirilirken (Tatlı, 2011; Dönmez Usta, 2011; Gül, 2011; Feyzioğlu, 2006; Rezaei ve Katz, 2002), bazı çalışmalarda ise geliştirilen BDÖ materyallerinin sınıf ortamında yapılandırmacı yaklaşıma göre uygulandığı (Hançer, 2005; Pektaş, 2008; Kolomuç, 2009) görülmektedir. Bütün bu

çalışmalarda, yapılandırmacı yaklaşıma uygun BDÖ'nün etkili öğrenmenin gerçekleştirilmesinde, öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesinde, öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanmasında ve tutumların olumlu yönde geliştirilmesinde önemli ölçüde katkı sağladığı görülmektedir.

Geleneksel olarak adlandırılan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin anlamalarını sağlamada ve alternatif kavramalarını gidermede yetersiz kalması (Kiboss, 2002; Kiboss, Ndirangu ve Wekesa, 2004; Nakhleh ve Mitchell, 1993; Tsai, 1999) araştırmacıları yeni ve farklı öğretim tekniklerini kullanmaya ve bunların etkisini belirlemeye yöneltmiştir. Bunlar arasında kavramsal değişim metinleri (KDM), çalışma yaprakları (ÇY), tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi, kavram haritaları (KH), analogiler, animasyonlar, simülasyonlar ve anlam çözümlene tabloları (AÇT) en çok kullanılanlardır. Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5E modeli de aynı zamanda farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanılması için uygun bir öğretim modelidir (Orgill ve Thomas, 2007; Şahin ve Çepni, 2012; Şahin, Çalık ve Çepni, 2009; Türk ve Çalık, 2008; Ürey ve Çalık, 2008). Bu farklı yöntem ve teknikler kullanılarak 5E modeline uygun öğretmen ve öğrenci rehber materyalleri geliştirilebilir (Brown, 2006; Orgill ve Thomas, 2007; Şahin ve diğ., 2009; Wilder ve Shuttleworth, 2005; Çepni ve Şahin, 2012). Yapılan birçok çalışmada, kavram öğretiminde bahsedilen yöntem ve tekniklerin etkili bir şekilde kullanılarak öğrencilerde kalıcı öğrenmenin sağlandığı rapor edilmiştir (Beerenwinkel, Parchmann ve Grasel, 2011; Chambers ve Andre, 1997; Chang, Sung ve Chen, 2001; Çetinkaya ve Taş, 2011; Demir ve Sezek, 2009; Demirci ve Özmen, 2012; Kearney ve Treagust, 2001; Liu ve Lesniak, 2006; Meheut, 1997; Özatlı ve Bahar, 2010; Pierri, Karatrantou ve Panagiotakopoulos, 2008; Smith, 2007; Stern, Barnea ve Shauli, 2008; Trey ve Khan, 2008; Yeziarski ve Birk, 2006).

Yapılan çalışmalar her bir yöntem ve tekniğin avantajları yanında dezavantajlarının da olduğunu ortaya koymaktadır. TGA yöntemi öğrencilerin ön bilgilerinin belirlenmesinde ve yeni bilgilerin sorgulanarak yapılandırılmasında etkili olmasına rağmen, öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri arasındaki sürekli çelişkili fikirlerini açıkça ifade etmekten kaçınmalarına ve içlerine kapanmalarına neden olmaktadır (Sheppard, 2006; White ve Gunstone, 1992). Ayrıca konuların TGA'ya uygun şekilde seçilmesinde de sınırlılıklarla karşılaşmakta ve bütün konulara TGA yöntemi uygulanamamaktadır (White ve Gunstone, 1992). Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde TGA'nın bilgisayarla desteklendiği görülmektedir (Monaghan ve Clement, 1999; Kearney ve Treagust, 2001; Kearney, Treagust, Yeo ve Zadnik, 2001; Zacharia, 2005). TGA'nın gözlem aşamasında öğrenciler fen kavramlarıyla ilgili deneyler yapmakta, fakat yapılan deneylerde olayların gerçekleşmesinde etkili olan gözle görülemeyen durumları gözlemleyememektedirler.

Videolar, TGA'nın gözlem aşamasının defalarca ve yavaş yavaş tekrarlanabilmesine ve gerçek yaşamdan görüntülerin sınıf ortamına getirilebilmesine imkân sunmaktadır (Kearney ve diğ., 2001; Kearney ve Treagust, 2001; Kearney, 2004). Ayrıca animasyon ve simülasyonlar da TGA'nın daha etkili uygulanmasında önemli rol oynamaktadır (Tao, 1997; Tao ve Gunstone, 1999; Monaghan ve Clement, 1999). Animasyonlar ve simülasyonlar öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri soyut özellikteki kavram ve düşünceleri öğrenebilmelerinde kolaylık sağlamaktadır (Gorsky ve Finegold, 1992; Huppert ve diğ., 2002). Sınıfa getirilemeyen doğa olaylarını öğrencilerin yakından görmesine imkân sağlamaları (Ayas, Yılmaz ve Tekin, 2001), çeşitli nedenlerle laboratuvar ortamında yapılamayan deneylerin kısa sürede yapılmasına ve tekrarlanabilmesine imkân tanımları (Ayas, Yılmaz ve Tekin, 2001; Sinclair, Kesley, Renshaw ve Taylor, 2004; Yılmaz ve Saka, 2005) ve soyut fen kavramlarını somutlaştırarak anlaşılır hale getirilebilmeleri nedeniyle animasyon ve simülasyonlar sıklıkla kullanılmaktadır (Besson ve Viennot, 2004; Jong ve diğ., 1998; Windschitl, 2001). Ayrıca animasyonların ve simülasyonların öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiği ve alternatif kavramalarını gidermede etkili olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Russell ve diğ., 1997; Sanger ve Greenbowe, 2000). Öte yandan, ilk anda animasyonlardan çok etkilenen öğrencilerin bile belirli süre sonra bu ilgilerini kaybedebildikleri (Bayrak ve Doğan, 2009), bazen animasyonların öğrencilerin anlamalarına önemli katkılar sağlayamamaları nedeniyle (Tversky, Morrison ve Betrancourt, 2002) destekleyici materyaller kullanılması gerektiği belirtilmekte (Guzzetti, 2000; Jacobson ve Kozma, 2000) ve animasyonların sözlü ve yazılı ifadelerle ve resim veya çizimlerle desteklenebileceği ifade edilmektedir (Ainsworth, 1999; Kozma, Chin, Russell ve Marx, 2000). Bu nedenle yapılan çalışmalarda animasyonlar sözlü, yazılı ve görsel materyallerle desteklenmektedir (Ardaç ve Akaygün, 2005; Barnea ve Dori, 1999; Snir, Smith ve Raz, 2003). Bayrak ve Doğan (2009) animasyonları daha etkin hale getirmek ve öğrencilerin motivasyonunun sürekliliğini sağlamak amacıyla çalışma yapraklarının kullanılmasını önermektedir (Bayrak ve Doğan, 2009). Animasyon ve simülasyonların destekleyici materyallerle birlikte kullanılmasının öğrencilerin öğretilen kavramlara dikkatini çekme yanında onların belli bir konudaki kavramsal anlamalarını desteklediği belirtilmektedir (Jacobson ve Kozma, 2000; Kozma ve diğ., 2000).

Analojiler de her ne kadar öğrencilerin soyut kavramları zihinlerinde anlamlı bir şekilde yapılandırmalarında etkili olsalar da, dikkat edilmediğinde aşırı genelleme yapılarak alternatif kavramlar oluşturulabilmektedirler. Ayrıca öğrenciler, analogide hedef ve kaynak arasındaki benzerlik ilişkisini tam olarak zihinlerinde kuramadıklarında, analogiler yarardan çok zarara sebep olabilmektedir. Bu nedenle analogiler için iki ucu

keskin kılıç benzetmesi yapılmaktadır (Çalık, 2006). KDM'lerin ise her ne kadar literatürde kavramsal farklılaşmayı sağlamada etkili olduğuna işaret eden çalışmalar olsa da; tek başına bu tür metinlerin laboratuvarında kazanılacak deneyimler veya öğrencinin aktif olarak katılacağı etkinlikler kadar etkili olamayacağı düşünülmektedir. Ayrıca literatürdeki bazı araştırmalar öğrencilerin zaman içerisinde KDM'lerin sürekli kullanımından sıkılabileceklerini, bunun sonucu olarak öğrencilerin öğrenme motivasyonlarının azalabileceği ve bu nedenle de materyallerin etkili sonuçlarının ortaya çıkarılmasında başarısız olabileceklerini belirtmektedirler (Dole, 2000; Huddle, White ve Rogers, 2000; Türk ve Çalık, 2008). Bu nedenle, bu tür metinlerin tartışma, gösteri gibi farklı yöntem ve tekniklerle desteklenmesi ve birlikte kullanılmasının daha faydalı olacağına inanılmakta (Alvermann, Hynd ve Quian, 1995; Guzzetti, Williams, Skeels ve Wu, 1997; Hynd, 2001) ve kavram haritası, laboratuvar uygulamaları, çalışma yaprakları, analogiler ve animasyonlar gibi değişik tekniklerle desteklenmeleri önerilmektedir (Çalık, Ayas ve Coll, 2010; Guzzetti, 2000; Özmen, 2011a; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009; Türk ve Çalık, 2008). Ayrıca bu yöntem ve tekniklerden kavram haritaları ve AÇT'ler alternatif değerlendirme araçları olarak kullanılarak öğrencilerin öğretim öncesi ön bilgilerinin ve öğretim sonrası mevcut bilgilerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Öğrencilerin kavramsal anlamalarını sağlamada, alternatif kavramalarını gidermede ve kavramları doğru olarak yapılandırma yöntemi ve tekniklerin birbirinin eksikliğini ve olumsuz yönlerini ortadan kaldıracak ve etkisini artıracak şekilde birlikte kullanılabilirliği belirtilmektedir (Çepni ve Şahin, 2012). Farklı öğretim yöntem ve teknikleri birlikte kullanarak geliştirilen zenginleştirilmiş materyallerin ve yapılan uygulamaların öğrencilerin kavramsal anlamalarını sağlamada, alternatif kavramalarını gidermede oldukça etkili olduğu son yıllarda yapılan birçok çalışmayla ortaya konulmuştur (Adadan, Trundle ve Irving, 2010; Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çepni, Şahin ve İpek, 2010; Çepni ve Şahin, 2012; Demirci ve Özmen, 2012; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Meheut, 1997; Pierri ve diğ., 2008). Bazı çalışmalarda ise farklı yöntem ve tekniklerle birlikte BDÖ materyalleri kullanılmıştır. BDÖ'nün kullanıldığı çalışmalarda çoğunlukla animasyonların (Chang ve diğ., 2001; Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çalık, Kolomuç ve Karagölge, 2010; Çepni ve diğ., 2010; Çepni ve Şahin, 2012; Demirci ve Özmen, 2012; Kolomuç, 2009, 2012; Özmen Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009; Özmen, 2011a; Şahin ve Çepni, 2012; Yeziarski ve Birk, 2006) ve simülasyonların (Adadan ve diğ., 2010; Meheut, 1997) kullanıldığı görülmektedir.

Diğer bir çok fen kavramında olduğu gibi, en temel fen kavramlarından birisi olan, günlük hayattan pek çok olayın açıklanmasında kullanılan ve mikroskobik ve soyut özellikte bir kavram olan Maddenin Tanecikli Yapısı (MTY) kavramının anlaşılmasında her

seviyeden öğrenci sorunlar yaşamaktadır (de Vos ve Verdonk, 1996; Haidar ve Abraham, 1991; Nakhleh, 1992; Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer ve Blakeslee, 1993; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999). MTY kavramı ile ilgili olarak öğrencilerin anlama güçlüğü çektığı ve alternatif kavramalara sahip olduğu son yıllarda yapılan bir çok çalışmayla da ortaya konulmuştur (Adbo ve Taber, 2009; Ayas, Özmen ve Çalık, 2010; Bouwma-Gearhart, Stewart ve Brown, 2009; Boz ve Boz, 2008; Flores-Camacho, Gallegos-Cazares, Garritz ve Garcia-Franco, 2007; Jimenez Gomez, Benarroch ve Marin, 2006; Kenan, 2005; Margel, Eylon ve Scherz, 2008; Miller, 2008; Othman, Treagust ve Chandrasegaran, 2008; Özmen, 2011b; Özmen ve Kenan, 2007; Rahayu ve Kita, 2010).

Özellikle mikroskobik ve soyut özellikte bir kavram olması, moleküler düzeyde taneciklerin hareketli olması ve tanecikler arasındaki dinamik süreçleri içermesi nedeniyle MTY ile ilgili kavramlar BDÖ materyalleri ile kolaylıkla öğretilebilecek niteliktedir. Literatürde MTY ile ilgili yapılan çalışmalarda çeşitli BDÖ materyalleri geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Çalışmalarda çoğunlukla animasyonların (Chang, Quintana ve Krajcik., 2010; Kolomuç, 2012; Özmen, 2011a; Sanger, Campbell, Fekler ve Spencer, 2007; Yeziarski, 2003) ve simülasyonların (Papageorgiou, Johnson ve Fotiades, 2008; Stern ve diğ., 2008) kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda BDÖ'nün, öğrencilerin anlama düzeylerinin artırılmasında (Kolomuç, 2012; Özmen, 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Pierri ve diğ., 2008; Sanger ve diğ., 2007; Snir ve diğ., 2003; Yeziarski, 2003) ve alternatif kavramaların giderilmesinde (Yeziarski, 2003; Özmen, 2011a; Kolomuç, 2012) etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bu düşüncelerden hareketle çalışmada öğrenci anlamalarında etkili olabilecek bir çok yöntem ve tekniğin bilgisayar destekli zenginleştirilmiş bir öğretim materyalinin içerisinde kullanılması ve bu yolla farklı tekniklerin birbirinin yetersizliklerini ve dezavantajlarını gidermesinin sağlanması hedeflenmiştir.

Son yıllarda fen eğitimi alanında yapılan birçok çalışmada olduğu gibi MTY ile ilgili kavramların öğretiminde de farklı yöntem ve tekniklerin öğrencilerin anlamalarının artırılmasında ve alternatif kavramalarının giderilmesinde etkili olduğu rapor edilmektedir. (Adadan, Irving ve Trundle, 2009; Bunce ve Gabel, 2002; Chang ve diğ., 2010; Johnson ve Papageorgiou, 2010; Kokkotas, Vlachos ve Koulaidis, 1998; Meheut, 2004; Noh ve Scharmann, 1997; Özmen, 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Pierri ve diğ., 2008; Stern ve diğ., 2008). Bu çalışmaların bazılarında öğretim tasarımı yapılmış (Özdilek, 2006; Treagust ve diğ., 2011), materyal geliştirilmiş (Demircioğlu, 2008; Çakmak, 2009) ve uygulamalar yapılmıştır (Çakmak, 2009; Demir, 2006; Demircioğlu, 2008; Özdilek, 2006). Bazı çalışmalarda ise KDM'ler (Birinci Konur, 2010; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Beerwinkel, Parchmann ve Grasel, 2011), 5E modeli (Bektaş, 2011), laboratuvar deneyleri (Durmuş ve Bayraktar, 2010) ve çoklu gösterimler (Adadan, 2006, 2013)

kullanılmıştır. Ayrıca literatürde MTY ile ilgili yapılandırmacı yaklaşımı ya da 5E modelini esas alan sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmaların lise seviyesinde (Demir, 2006; Bektaş, 2011) olduğu ya da ilköğretim seviyesinde olsa bile ünitenin tamamını kapsamadığı (Çakmak, 2009) ve 5E modeline dayalı farklı tekniklerle zenginleştirilmiş bir BDÖ materyalinin geliştirilmesine ve etkililiğinin belirlenmesine yönelik çalışmanın mevcut olmadığı görülmektedir. Farklı materyal ve tekniklerin tek tek kullanıldıklarında belirli sınırlılıklara ve dezavantajlara sahip olmaları, bu tekniklerin tek başına veya en fazla ikili olarak kullanıldıkları çalışmalarda öğrenci başarılarının istenen düzeye ulaştırılamaması ve alternatif kavramaların varlığını devam ettirmesi problemi halen canlı tutmaktadır. Özellikle MTY ünitesinin diğer konular için temel oluşturan kavramlar içeriyor olması ve bu ünitenin geneline yönelik geliştirilmiş zenginleştirilmiş bir materyalin bu problemin çözümüne ne ölçüde katkı sağlayacağını belirlenmesi gerektiği düşüncesini doğurmaktadır.

Bu düşünceden hareketle çalışmanın temel problemi, MTY ünitesiyle ilgili yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5E modeline göre geliştirilen zenginleştirilmiş bir BDÖ materyalinin öğrenci başarılarının artırılmasında, öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesinde ve öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanmasında etkisinin olup olmadığının belirlenmesidir.

Yukarıda belirtilen temel problem kapsamında aşağıdaki alt problemlere cevap aranacaktır:

1. Geliştirilen materyalinin öğrencilerin MTY ünitesi ile ilgili anlama seviyelerinin artırılmasında bir etkisi var mıdır?
2. Geliştirilen materyalin öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesinde ve kalıcılığın sağlanmasında bir etkisi var mıdır?
3. Geliştirilen materyalin ve uygulama sürecinin etkililiği ile ilgili öğrenci ve öğretmen görüşleri nelerdir?

1. 1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim 6. sınıf MTY ünitesine yönelik olarak yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline göre geliştirilen zenginleştirilmiş bir BDÖ materyalinin öğrencilerin başarısına, alternatif kavramalarını gidermeye ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisini incelemektir.

Araştırmanın alt amaçları ise şunlardır:

1. Öğrencilerin MTY ünitesiyle ilgili anlama düzeylerini ve alternatif kavramalarını belirlemek,

2. MTY ünitesiyle ilgili öğrencilerin anlama düzeylerini geliştirmek, alternatif kavramalarını düzeltmek ve öğrenmelerinin kalıcılığını sağlamak amacıyla farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanıldığı zenginleştirilmiş bir BDÖ materyali geliştirmek,
3. Geliştirilen materyalin uygulama sürecindeki etkililiğini belirlemek.

1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Diğer birçok alanda olduğu gibi fen bilimlerinde de, anlamlı ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için soyut fen kavramlarının somutlaştırılması gerekmektedir. Soyut fen kavramlarının somutlaştırılmasında ve öğrencilere zengin ve etkileşimli öğrenme ortamlarının sunulmasında BDÖ etkili bir yöntemdir. BDÖ materyallerinin geliştirilmesi ve kullanılmasının anlamlı ve kalıcı öğrenmelerin sağlanmasında, anlamakta güçlük çekilen kavramların zihinde yapılandırılmasında ve alternatif kavramların giderilmesinde etkili olduğu belirtilmektedir (Pierri ve diğ., 2008; Kolomuç, 2012; Özmen, 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Rezaei ve Katz, 2002; Sanger ve diğ., 2007; Snir ve diğ., 2003; Yeziarski, 2003). Bu nedenle belirlenen ünite ile ilgili öğrencilerde istenilen anlamlı ve kalıcı öğrenmenin sağlanabilmesi ve mevcut alternatif kavramların giderilmesi amacıyla çalışma kapsamında BDÖ materyali geliştirilmiş, uygulanmış ve etkililiği araştırılmıştır.

Son yıllarda geliştirilen ve uygulamaya konulan öğretim programlarında bilişim teknolojilerinin kullanımı önemle vurgulanmaktadır. Yeni öğretim programları öğrencilerin özellikle bilişim teknolojileri ile bilgiye ulaşmasını, bilgiyi kullanılmasını ve daha kalıcı hâle getirilmesini öngörmektedir. Geleneksel eğitim yaklaşımlarının yetersiz kaldığı içinde bulunduğumuz bilgi ve teknoloji çağında, yapılandırmacı eğitim yaklaşımlarında ön plana çıkan becerilerin arasında bilişim teknolojilerini etkin olarak kullanma da vardır (URL-2, 2011). Bu amaçla başlatılan FATİH projesi BDÖ'nün yaygınlaşmasında büyük önem taşımaktadır. Bu süreçte BDÖ'ye uyumlu hale getirilecek öğretim programlarıyla birlikte BDÖ materyalleriyle desteklenmiş z-kitaplar, etkileşimli tahta ve tablet bilgisayarlar da kullanılacaktır (URL-1, 2011). Sağlanacak BDÖ materyallerinin bir kısmını öğretmen ve araştırmacıların hazırlamasının planlandığı (URL-1, 2011) düşünülecek olursa bundan sonraki süreçte kazanımlara yönelik geliştirilen BDÖ materyallerine daha çok ihtiyaç duyulacağı açıktır. Araştırmacının öğretmen olması ve MEB tarafından düzenlenen "Web Tabanlı İçerik Geliştirme" hizmet içi eğitim seminerlerine katılımından dolayı geliştirilen BDÖ materyali, istenilen özellikleri taşıyacak şekilde geliştirilmiştir.

BDÖ materyalinin tasarlanmasında, öğretim tasarımcılarına süreçte kolay takip edilebilir bir yapı sunması ve özellikle e-öğrenme yazılımlarının tasarım sürecinde kullanışlı bir model olarak öne çıkması (Doğan ve diğ., 2011) nedeniyle ADDIE öğretim

ortamı tasarlama modeli kullanılmıştır. ADDIE modeli, öğretim ortamı tasarımı için oldukça etkili, başarılı ve kullanışlı olan (Berigel, 2007; Karaca, 2010) ve her tür öğrenim için geçerli olabilecek temel bir modeldir (Arkün, 2007). Literatürde de birçok çalışmada ADDIE modeli kullanılarak materyaller tasarlanmış (Arkün, 2007; Berigel, 2007; Çınar, 2007; Karaca, 2010; Özdilek, 2006; Tatlı ve Ayas, 2011) ve bu çalışmaların bazılarında bilgisayar ya da web destekli materyaller geliştirilmiştir (Berigel, 2007; Karaca, 2010; Tatlı ve Ayas, 2011).

Çalışma kapsamında geliştirilen ve kullanılan BDÖ materyali, halen uygulanmakta olan, 2006 yılında hazırlanan FTÖP'ün temel aldığı yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak geliştirilmiş ve bu yaklaşımın sınıf ortamında uygulanma modellerinden biri olan 5E modeline göre tasarlanmıştır. Yapılandırmacı yaklaşımın genel kabul gören, en yaygın ve kullanışlı modeli olması (Bybee ve diğ., 2006; Gül, 2011; Keser, 2003; Metin ve Özmen, 2009) ve mevcut programla ilgili kullanımdaki öğretmen rehber materyallerinin 5E modeline göre hazırlanması nedeniyle bu modele uygun öğretim materyallerinin geliştirilmesi ve kullanılması önemli görülmektedir. Öğretim programlarının tanıtılmasına yönelik geniş kapsamlı hizmet içi eğitim kurslarının yeterince yapılmaması, verilen kursların çoğunlukla basit teorik bilgileri içermesi ve uygulama boyutunda olmaması gibi nedenlerden dolayı, öğretmenlerin 5E modeli hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları ve yapılandırmacı yaklaşımı ve 5E modelini benimseyemedikleri belirtilmekte (Kenan ve Özmen, 2010a; Metin, 2010) ve öğretmenlerin yapılandırmacı yaklaşımı benimsemelerinin ve 5E modelini kullanmalarının teşvik edilmesi gerektiği (Şahin, 2010) ifade edilmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalar sınıf mevcutlarının kalabalık olması, sınıf ve zaman yönetimindeki zorluklar ile çeşitli alt yapı eksikliklerinin bulunması gibi sebeplerden dolayı öğretmenlerin yapılandırmacı yaklaşıma uygun öğretim programlarını gereğince uygulayamadıkları ve geleneksel yöntemlerle ders işlemeye meyilli oldukları belirtilmektedir (Akyol İnç, 2009; Ayvacı ve Devecioğlu, 2009; Gömleksiz, 2007; Kenan ve Özmen, 2010b; Korkmaz, 2006). Bu nedenle çalışma kapsamında yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5E modeline uygun olarak geliştirilen BDÖ materyalinin öğretmenlere bu anlamda katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Her ne kadar FTÖP öğrenci merkezli ve yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak geliştirilse de okullarımızda geleneksel yöntemin kullanımının hala ağır basması (Kaya, 2008) son yıllarda öğrencilerin anlama düzeylerinin artırılması ve sahip oldukları alternatif kavramların giderilmesine yönelik öğretim yapma, materyal geliştirme ve etkililiğini araştırma ile ilgili çalışmaların hız kazanmasına neden olmuştur. Öğrencilerin etkili ve kalıcı kavram öğretiminin gerçekleştirilmesinde, soyut kavramların somutlaştırılmasında ve alternatif kavramların düzeltilmesinde birçok farklı öğretim yöntem ve teknikleri

kullanılmaktadır. Bunlar arasında animasyonlar ve simülasyonlar, kavramsal değişim metinleri (KDM), çalışma yaprakları (ÇY), tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemi, kavram haritaları (KH), analogiler ve anlam çözümleme tabloları (AÇT) yer almaktadır (Beerenwinkel ve diğ., 2011; Chambers ve Andre, 1997; Chang ve diğ., 2001; Çetinkaya ve Taş, 2011; Demir ve Sezek, 2009; Demirci ve Özmen, 2012; Kearney ve Treagust, 2001; Liu ve Lesniak, 2006; Meheut, 1997; Özatlı ve Bahar, 2010; Pierri ve diğ., 2008; Smith, 2007; Stern ve diğ., 2008; Trey ve Khan, 2008; Yeziarski ve Birk, 2006). Son yıllarda MTY ve çeşitli fen kavramları ile ilgili yapılan birçok çalışmada bahsedilen yöntem ve teknikler kullanılmasının öğrencilerin anlama düzeylerinin artırılmasına, alternatif kavramlarının giderilmesine ve öğrencilerde kalıcı öğrenmenin sağlanmasına katkı sağladığı rapor edilmektedir. (Adadan ve diğ., 2009; Beerenwinkel ve diğ., 2011; Bunce ve Gabel, 2002; Çalık, Ünal, Coştu ve Karataş, 2008; Chang ve diğ., 2010; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Johnson ve Papageorgiou, 2010; Kokkotas ve diğ., 1998; Meheut, 2004; Noh ve Scharmann, 1997; Özmen, 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Pierri ve diğ., 2008; Stern ve diğ., 2008). Bu nedenle bu çalışmada da literatürde yaygın olarak kullanılan ve etkisi belirlenen tekniklerin daha etkili sonuçlar doğuracağı düşünülerek birlikte kullanılmasına karar verilmiştir.

FTÖP'te temel amaç olarak belirtilen, öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı bireyler olarak yetişebilmelerinde, onların araştırma ve sorgulama becerilerini kazanmaları oldukça önemlidir (MEB, 2006). Ayrıca 2013 fen bilimleri programı araştırma ve sorgulamaya dayalı öğretimi esas almıştır (MEB, 2013). Araştırma ve sorgulama becerilerinin kazanılmasında TGA yöntemi önemli etkiye sahiptir. Zira TGA yöntemi öğrencilerin, hazırlanan etkinlikte geçen olayın sonucunu nedenleriyle birlikte tahmin etmelerini, olayı gözlemlenmelerini ve tahminleri ile gözlemleri arasındaki çelişkiyi ortadan kaldırmaya yönelik açıklama yapmalarını gerektirmektedir. Çalışma kapsamında geliştirilen BDÖ materyalinde yer alan konu ve etkinliklerin TGA yöntemine göre geliştirilmesinin öğrencilerin araştırma ve sorgulama becerilerine katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Zira Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2013) da araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını temel almaktadır. Ayrıca geliştirilen BDÖ materyalinde belirlenen alternatif kavramların giderilmesine yönelik her bir etkinlik ya da konuda hazırlanan KDM'ler kullanılmıştır. Zira literatürde kavram öğretiminde, özellikle alternatif kavramların giderilmesi amacı ile KDM'lerin sıklıkla kullanıldığı ve başarılı sonuçlar elde edildiği görülmektedir (Chambers ve Andre, 1997; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009; Özmen 2011a; Ünal, 2007). Değerlendirmelerde ise FTÖP'de geleneksel ölçme ve değerlendirme teknikleri yerine kullanılmaya başlanan alternatif yöntem ve teknikler kullanılmıştır. BDÖ materyali içerisinde yer alan değerlendirme

etkinliklerinde yapılandırılmış grid, tanılayıcı dallanmış ağaç, kavram haritası, anlam çözümleme tablosu gibi alternatif değerlendirme araçlarına yer verilmiştir. Ayrıca BDÖ materyali ile birlikte çalışma yaprakları kullanılmıştır. Literatürde bir çok çalışmada olduğu gibi (Barnea ve Dori, 1996; Coştu, Karataş ve Ayas, 2003; Çepni ve Şahin, 2012; Miller, 2008; Pierri ve diğ., 2008; Smith, 2007; Snir ve diğ., 2003; Yeziarski ve Birk, 2006) bu çalışmada da çalışma yaprakları öğrencilerin ilgilerinin çekilip dikkatlerinin toplanması, ön bilgilerinin belirlenmesi, içeriğin adım adım takip edilmesi, görüş ve düşüncelerinin alınması ve değerlendirme yapılmasına imkân sağlamasından dolayı tercih edilmiştir. Yukarıda belirtilen etkilerinden dolayı bu çalışma kapsamında geliştirilen BDÖ materyalinin içeriğinde TGA ve KDM başta olmak üzere farklı yöntem ve tekniklere yer verilmiştir. Belirtilen yöntem ve teknikler birbirinin eksikliğini ve olumsuz yönlerini ortadan kaldırarak etkilerinin artırılması amacıyla birlikte kullanılmıştır. Ayrıca bireysel farklılıklara sahip öğrencilere hitap edebilme açısından ve daha fazla alternatif kavramanın giderilme imkanının oluşmasından dolayı farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanımının önemli olduğuna inanılmaktadır. Bundan dolayı çeşitli tekniklerle BDÖ'nün zenginleştirilmesinin MTY ünitesindeki kavramlarla ilgili öğrencilerin anlama düzeylerinin artırılması ve alternatif kavramalarının giderilmesinde ve kalıcılığı sağlamada etkili olacağı düşünülmektedir.

Maddenin tanecikli yapısı kavramı günlük hayattan birçok olayın açıklanmasında kullanılır. Bu kavramın soyut ve mikroskobik özellikte olması hem öğrenilmesini hem de öğretilmesini zorlaştırmaktadır. Öğretim sürecinde FTÖP'de ve 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda tanecikli yapı fikri ile ilk olarak 6. sınıf seviyesinde "Maddenin Tanecikli Yapısı" ünitesinde karşılaşılmaktadır. Tanecikli yapı fikri daha sonra farklı ünite ve konularda yer alan bir çok kavramın anlaşılmasında kullanılmaktadır. Bu nedenle MTY kavramı ileriki öğrenim seviyelerinde birçok kavramın anlaşılmasında da esas teşkil ettiği için öğrenciler tarafından çok iyi anlaşılması gerekmektedir (de Vos ve Verdonk, 1996; Haidar ve Abraham, 1991; Nakhleh, 1992). Yapılan çalışmalar "*madde aralarında boşluk olan ve hareketli halde olan taneciklerden meydana gelir*" şeklinde ifade edilen (Özmen, Ayas ve Coştu, 2002) bilimsel modeli anlama ve kullanma konusunda ve ilişkili kavramlarla ilgili ilköğretim seviyesinden itibaren her seviyeden öğrencinin anlama güçlüğüne ve alternatif kavramalara sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Boz ve Boz, 2008; Haidar ve Abraham, 1991; Harrison ve Treagust, 2002; Kenan, 2005; Lee ve diğ., 1993; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Özmen ve Kenan, 2007; Tsai, 1999). Literatürde öğrencilerin MTY ile ilgili birçok kavram hakkında mikroskobik ve makroskobik seviyede anlama güçlüğü çektikleri ve çeşitli alternatif kavramalara sahip oldukları belirtilmektedir. Katı, sıvı ve gazların tanecikli yapısı, maddelerin ısıtılması, soğutulması, sıkıştırılması ve hal değişimleri sırasında taneciklerin sayısı, büyüklüğü, hızları ve

tanecikler arası boşluklarla ilgili öğrenci anlama düzeylerinin oldukça düşük olduğu ve alternatif kavramalara sahip oldukları yapılan çalışmalarda ortaya çıkarılmıştır (Gabel, Samuel ve Hunn, 1987; Griffiths ve Preston, 1992; Kenan, 2005; Novick ve Nussbaum, 1981; Özmen 2011b; Özmen ve Kenan 2007; Pereira ve Pestana, 1991; Tsai 1999; Valanides, 2000). Ayrıca araştırmalar öğrencilerin maddenin tanecikli ve boşluklu yapısı fikrini günlük hayattan olayların açıklanmasında yeterince kullanamadıklarını ortaya koymaktadır (Haidar ve Abraham, 1991; Novick ve Nussbaum, 1981; Tsai, 1999). İlgili literatürde son otuz yılda yapılan çalışmalar incelendiğinde araştırmaların MTY, maddenin halleri, katı, sıvı ve gazların özellikleri ve hal değişimleri üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca bu çalışmalarda öğrencilerin, günlük hayattan olaylarla, maddeyi, özelliklerini, dönüşümleri nasıl anladıkları ve tanecikler düzeyinde nasıl yorumladıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Özmen (2013) MTY ile ilgili literatürde yer alan çalışmaları öğrenci anlamalarını ve alternatif kavramalarını belirleme çalışmaları, alternatif kavramaların giderilmesine yönelik yapılan materyal geliştirme ve uygulama çalışmaları ve literatür taramaları şeklinde üç başlık altında ele alarak incelemiş ve değerlendirmiştir. Materyal geliştirme ve uygulamaya dönük olarak yapılan çalışmaların büyük kısmında genellikle bir ya da bir kaç sınırlı sayıda kavramın ele alındığı görülmektedir. Bu çalışmada ise kapsamlı bir ünite olan 6. sınıf MTY ünitesi içerisinde yer alan tanecikli yapı fikri, element, bileşik, karışım, saf madde, atom, molekül, maddenin halleri, hal değişimi, fiziksel ve kimyasal değişim gibi birçok temel kavrama yer verilmiştir.

Yapılan birçok çalışmada farklı yöntem ve tekniklerin öğrencilerin MTY ve ilişkili kavramları anlamalarına etkisi araştırılmış ve öğrencilerin anlama düzeylerinin artırılmasında (Adadan, 2006; Beerenwinkel ve diğ., 2011; Bektaş, 2011; Bunce ve Gabel, 2002; Demircioğlu, 2008; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Johnson ve Papageorgiou, 2010; Tsai, 1999; Yeziarski, 2003) ve alternatif kavramaların giderilmesinde (Beerenwinkel ve diğ., 2011; Demircioğlu, 2008; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Kolomuç, 2012; Özmen, 2011a; Yeziarski, 2003) etkili olduğu ortaya konulmuştur. Ancak farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanıldığı MTY ile ilgili çalışmalarda ise genellikle iki yöntem ya da teknik birlikte kullanılmıştır (Durmuş ve Bayraktar, 2010; Meheut, 2004; Özdilek, 2006; Özmen, 2011a). Çoklu yöntem ve tekniğin kullanıldığı MTY ile ilgili çalışmalar ise yok denecek kadar azdır. Bu çalışmalara sınırlı sayıdaki çoklu gösterim çalışmaları (Adadan ve diğ., 2009; Adadan ve diğ., 2010; Adadan, 2013) örnek olarak verilebilir. Bu yönüyle mevcut çalışma pek çok farklı teknik kullanılarak geliştirilen bir materyal içermesi ve bu materyalin etkililiğini tespit etmeyi amaçlaması yönüyle literatürden farklılık göstermektedir. Bu bağlamda çoklu teknikler kullanılarak geliştirilen materyallere örnek olması açısından çalışmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

Diğer bir çok fen kavramında olduğu gibi mikroskobik ve soyut özellikte olması, moleküler düzeyde taneciklerin hareketli olması ve tanecikler arasındaki dinamik süreçleri içermesi nedeniyle MTY, geleneksel yöntemlerle yeterince anlatılamayacak, modellenemeyecek ve geleneksel laboratuvar yaklaşımı ile deneysel olarak da yeterince işlenemeyecek bir ünedir. MTY ile ilgili kavramların içerdiği dinamik süreçlerin görselleştirilmesinde bilgisayarların kullanılması daha etkili olmaktadır (Özmen, 2011a). Nitekim literatürde sınırlı sayıda da olsa bilgisayar destekli materyallerin MTY ile ilgili kavramların öğretimindeki etkisini belirlemeye yönelik çalışmalar vardır (Chang ve diğ., 2010; Kolomuç, 2012; Özmen, 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Sanger ve diğ., 2007; Snir ve diğ., 2003; Stern ve diğ., 2008; Yeziarski, 2003). Bu çalışmalar MTY ile ilgili bir ya da birkaç kavrama odaklanmış ve sınırlı sayıda animasyon ve simülasyonlar kullanılmıştır. MTY ile ilgili çoklu yöntem ve tekniğin BDÖ materyali içerisinde bütünleştirildiği zenginleştirilmiş çalışmalara ise literatürde rastlanılmamaktadır.

Özetle bu çalışma;

- MTY fikrinin ilk kullanıldığı sınıf seviyesine yönelik olması,
- MTY ile ilgili çok sayıda kavram ve konuyu içermesi,
- Yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline dayalı olarak çeşitli tekniklerle zenginleştirilmiş bir BDÖ materyali geliştirilmesi,
- BDÖ materyalinin geliştirilmesinde ADDIE modelinin kullanılması,
- BDÖ materyalinde yer alan etkinliklerde TGA yönteminin aşamalarının göz önünde bulundurulması,
- Alternatif kavramaların giderilmesine yönelik KDM'lerin geliştirilmesi ve bunlara BDÖ materyali içerisinde yer verilmesi,
- BDÖ materyalinde farklı yöntem ve tekniklerin (animasyon, simülasyon, KDM, ÇY, TGA, KH, AÇT ve analogiler) birlikte kullanılması,
- BDÖ materyali ile birlikte geliştirilen çalışma yapraklarının kullanılması ve
- Geliştirilen zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin öğrencilerin anlamalarına ve alternatif kavramalarını gidermeye etkisinin yanı sıra öğrenilenlerin kalıcılığına etkisini de araştırması,

özelliklerini bir arada bulundurmasından dolayı literatürdeki birçok çalışmadan farklılık göstermekte ve alana önemli katkılar sağlayacağına inanılmaktadır.

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Çalışmanın örneklemini, Trabzon il merkezinde bulunan bir ortaokulun 6. sınıfında öğrenim gören toplam 82 öğrenci oluşturmaktadır. Bu nedenle araştırma sonuçları bu örnekleme sınırlıdır ve genellenmesi amaçlanmamaktadır.

2. Araştırma, 6. sınıf Fen ve Teknoloji dersi MTY ünitesinin öğretimi üzerine odaklanmıştır. Araştırmada geliştirilip uygulanan materyallerin kapsamı bu ünite ve içerisindeki kavramlarla sınırlıdır.

3. Testlerde yer verilen alternatif kavramlar ile çalışmada düzeltilmek istenen alternatif kavramlar, tespit edilen ve literatürde öğrencilerde bulunduğu ifade edilen alternatif kavramlarla sınırlıdır.

1. 4. Araştırmanın Varsayımları

1. Öğrencilerin araştırmada veri toplama amacıyla kullanılan test ve mülakatlardaki soruları samimi olarak cevaplandıkları ve verilen cevapların anlamalarını tam olarak yansıttığı varsayılmıştır.

2. Çalışma kapsamında yapılan literatür araştırmasının, alternatif kavramların belirlenmesi ve çalışmanın yönteminin sağlam temellere dayandırılması açısından yeterli olduğu varsayılmıştır.

3. Uygulama aşamasında deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler arasında ve her iki grup öğretmenleri arasında çalışmanın sonuçlarını etkileyecek düzeyde bir iletişimin ve etkileşimin olmadığı varsayılmıştır.

4. Deney grubu öğretmenin BDÖ materyalini uygularken, gerekli tartışmalara yeterli düzeyde yer verdiği varsayılmıştır.

1. 5. Tanımlar

Bu bölümünde araştırmanın kuramsal modeline uygun, genel anlamda otoriteler tarafından kabul gören, araştırma ile ilgili temel kavramların ve değişkenlerin tanımlarına yer verilmiştir.

Kavram: Yaşantı sürecindeki deneyimlerimiz sonucunda iki ya da daha fazla varlığı ortak özelliklerine göre gruplayarak zihnimizde oluşturduğumuz düşünce birimleridir (Ayas, 2005, s. 67).

Alternatif Kavrama: Öğrencilerin geçmiş yaşamlarında oluşturdukları ve öğretim ortamına getirdikleri hatalı bilgilerdir (Ayas, 2005, s. 84).

Kavramsal Değişim: Öğrencilerin hatalı bilgilerinin doğru olanlarla değiştirilmesidir (Ayas, 2005, s. 84)

Yapılandırmacı Yaklaşım: Öğrenmeyi etkileyen en önemli etken öğrencinin mevcut bilgi birikimi olduğu ve yeni öğrenilen bilgilerin mevcut bilgiler üzerine inşa edildiği düşüncesine dayanan öğrenme teorisidir (Özmen, 2005, s. 41)

5E Modeli: Girme, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme basamaklarından oluşan yapılandırmacı öğrenme teorisinin eğitimde kullanımına yönelik modellerden biridir (Özmen, 2005, s. 44-45).

Bilgisayar Destekli Öğretim: Bilgisayarların sistem içine programlanan dersler yoluyla öğrencilere bir konu ya da kavramı öğretmek ya da önceden kazandırılan davranışları pekiştirmek amacıyla kullanılmasıdır (Yiğit, 2009, s. 252)

Zenginleştirilmiş Öğretim Materyali: Farklı yöntem ve tekniklerin bir arada kullanıldığı öğretim materyalidir.

Kavramsal Değişim Metni: Öğrencide kavramsal değişim oluşturarak anlamlı öğrenmeyi sağlayan ve alternatif kavramaların giderilmesinde kullanılan yöntemlerden biridir (Yiğit, 2009, s. 237)

Çalışma Yaprağı: Herhangi bir konunun öğretimi esnasında öğrencilerin yapacağı etkinliklerle ilgili yol gösterici açıklamaları içeren dokümanlara denir (Şahin ve Yıldırım, 1999).

Kavram Haritası: Bir konu içerisindeki kavramlar ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin iki boyutlu olarak gösterildiği tablolardır (Ayas, 2005, s. 81).

Analoji: Anlamlandırılmayan olgu ve kavramların ayrıntılarını fark ettirecek şekilde bilinen olgu ve kavramlarla açıklanmaya çalışılmasıdır (Yiğit, 2009, s. 183).

Tahmin-Gözlem-Açıklama: Üç aşamada gerçekleşen bir işlem süreci ile öğrencilerin belli bir konudaki bilgilerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Ayas, 2005, s. 87)

Anlam Çözümleme Tablosu: Varlıkların ya da nesnelerin özelliklerinin sınıflandırılması amacıyla iki boyutlu olarak geliştirilen tablolardır (Ayas, 2005, s. 75)

Alternatif Değerlendirme Araçları: Geleneksel değerlendirmelerde kullanılmayan veya çok az önem verilen yapılandırılmış grid, tanılayıcı dallanmış ağaç vb. araçlardır (Çepni ve Ayvaci, 2005, s. 228).

Maddenin Tanecikli Yapısı: Bütün maddelerin hareketli, aralarında boşluklar bulunan ve atom ya da molekül adı verilen taneciklerden meydana geldiğini ifade eden kavramdır.

ADDIE Modeli: Öğretim tasarımı modelidir. Çekirdek modellerin en bilinenidir. ADDIE kısaltmasının açılımı Çözümleme (Analysis), Tasarımlama (Design), Geliştirme

(Development), Uygulama (Implementation) ve Değerlendirme (Evaluation) şeklindedir (Şimşek, 2013, s. 106)

Animasyon: Resim veya çizimlere hareket kazandırarak onları değiştirme işlemidir. Doğada doğrudan gözlenmesinde sorunların yaşandığı olgu ve olayların canlandırılmasıdır (Yiğit, 2005, s. 281).

Simülasyon: Gerçek ortamda yaşanması veya gözlenmesi mümkün olmayan olay veya durumlarla ilgili gerçekçi deneyimler elde etmeye olanak sağlayan bilgisayar destekli uygulamalardır (Karal, 2013, s. 451).

2. LİTERATÜR TARAMASI

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Bu bölümde yürütülen çalışmada doğrudan ya da dolaylı olarak faydalanılan hususlardan öncelikle yapılandırmacı yaklaşım, 5E modeli, alternatif kavramalar, kavramsal değişim ve kavramsal değişimi sağlamada kullanılan yöntem ve teknikler ile bilgisayar destekli öğretim hakkında bilgilere ve yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin geliştirilmesinde faydalanılan kavramsal değişimi sağlamada kullanılan öğretim yöntem ve tekniklerinden bu çalışmada yer verilen kavramsal değişim metinleri, tahmin-gözlem-açıklama yöntemi, animasyonlar, simülasyonlar, çalışma yaprakları, analogiler, kavram haritaları ve grafik araçlara (anlam çözümlene tabloları, yapılandırılmış grid ve tanılayıcı dallanmış ağaç) değinilmiştir. Ayrıca, MTY ünitesindeki konu ve kavramlarla ilgili yapılan çalışmalar özetlenmiş ve alternatif kavramalara yer verilmiştir.

2. 1. 1. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı ve 5E Modeli

Bütünleştiricilik, yapısalcılık, oluşturmacılık, inşacılık gibi farklı terimlerle ifade edilen yapılandırmacı (constructivist) öğrenme kuramı öğrencilerin mevcut bilgilerini kullanarak yeni bilgi edinmelerini, öğrenmeyi ve kendine özgü bilgi oluşturmayı açıklamaya çalışan bir öğrenme kuramıdır (Turgut, Baker, Cunningham ve Piburn, 1997). Ausubel'in, "*öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör öğrencinin mevcut bilgi birikimidir*" şeklinde ifade edilen düşüncesine dayanmaktadır. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı, genel olarak "*Dışarıdan alınan bilgiler zihnimize nasıl yerleşir?*", "*Bu bilgileri zihnimizde nasıl işler ve kendimize mal ederiz?*" ve "*Önceki bilgilerimizle çelişen yeni bilgiler zihnimizde yapılırken ne gibi değişiklikler olur?*" sorularına cevap aramaktadır (Özmen, 2004).

Yapılandırmacı öğrenme kuramında, öğrenciler daha önceki bilgilerini ve inançlarını kullanarak bilgilerini yapılandırdıklarından, ön kavramlar önemli bir yere sahiptir. Öğrencilerin zihninde oluşan alternatif kavramaların doğru kavramalar ile yer değiştirmesini sağlamak için öncelikle öğrencilerin ön bilgileri belirlenmeli ve öğretim ön bilgilerindeki eksik ve yanlış öğrenmeleri giderecek şekilde düzenlenmelidir (Griffiths ve Preston, 1992; Hewson ve Hewson, 1984).

Yapılandırmacı öğrenme ortamları, öğrencilere gerçek yaşamdan alınan, büyük ve karmaşık fikirleri içeren, sürece ve probleme dayalı, tek başına ve grupla çalışmalarını,

sorular sormalarını, tartışmalarını, birbirleri ile etkileşime girmelerini, iş birliği içerisinde çalışmalarını, yeni kuramlar, şemalar ve kavramlar oluşturmalarını sağlayacak çok boyutlu zengin ortamlar olarak oluşturulmalıdır (Sönmez, 2009). Öğrenme ortamının bu şekilde düzenlenmesi değerlendirmenin de çok boyutlu olmasını gerektirmektedir. Bu nedenle geleneksel ölçme değerlendirme tekniklerinin yanı sıra alternatif tekniklerin (tanılayıcı dallanmış ağaç, kavram haritaları, yapılandırılmış grid, kelime ilişkilendirme vb.) kullanımı önerilmektedir (MEB, 2006).

Yapılandırmacı yaklaşımının sınıf ortamında uygulanmasına yönelik olarak 3E, 4E, 5E ve 7E modelleri olarak isimlendirilen çeşitli öğretim modelleri önerilmektedir. Fen bilimleri eğitiminde genel kabul gören, en yaygın ve kullanışlı model ise 5E modelidir (Bybee ve diğ., 2006; Gül 2011; Keser, 2003; Metin ve Özmen, 2009). 5E modeli, yeni bir kavramın öğrenilmesinde veya bilinen kavramın daha derinlemesine anlaşılmasına fırsat tanıyan, öğrencinin araştırma merakını artıran, konu ile ilgili beklentilerine cevap veren, bilgi ve becerilerinin aktif kullanımını içeren aktivitelerden oluşan bir süreçtir (Özsevgeç, 2007). 5E modeline uygun tasarlanan öğrenme ortamları öğrencilerin ön bilgilerini tespit etme, anlamalarını artırma, alternatif kavramalarını belirleme ve kavramsal değişimi sağlama fırsatı tanır. Bu nedenle 5E modeli aynı zamanda bir kavramsal değişim stratejisidir (Boddy, Watson ve Aubusson, 2003; Keser, 2003; Kolomuç, 2009; Smerdan ve Burkam, 1999). Aynı zamanda 5E modeli farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanılması için uygun bir öğretim modelidir (Orgill ve Thomas, 2007; Şahin ve Çepni, 2012; Şahin, Çalık ve Çepni, 2009; Türk ve Çalık, 2008; Ürey ve Çalık, 2008). Bu farklı yöntem ve teknikler kullanılarak 5E modeline uygun öğretmen ve öğrenci rehber materyalleri geliştirilebilir (Brown, 2006; Çepni ve Şahin, 2012; Orgill ve Thomas, 2007; Şahin ve diğ., 2009; Wilder ve Shuttleworth, 2005).

Ülkemizde öğretim programlarının yapılandırmacı yaklaşımı temel alması ve öğretim programlarına paralel olarak okullarda kullanılan öğretmen rehber materyallerinin 5E modeline göre geliştirilmesi, yapılandırmacı yaklaşım ve 5E modeli ile ilgili çalışmaların hızla artmasına neden olmuştur. Yapılandırmacı yaklaşımı ve 5E haricindeki diğer modelleri temel alan çalışmalara da rastlanmakla birlikte (Çalık, 2006; Dönmez Usta, 2011; Feyzioğlu, 2006; İpek ve Çalık, 2008; Rezaei ve Katz, 2002), daha çok 5E modeli ile ilgili çalışmalar literatürde yer almaktadır. 5E öğretim modelinin öğrenci başarısının artırılmasında (Akpınar, 2012; Aktaş, 2012; Bektaş, 2011; Birinci Konur, 2010; Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çardak ve diğ., 2008; Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu, 2004; Gül, 2011; Karslı, 2011; Kolomuç, 2009; Özsevgeç, 2007; Sağlam, 2006; Stephen ve Huziak-Clari, 2007; Şahin, 2010; Yalçın ve Bayrakçeken, 2010) etkili olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Örneğin Bektaş (2011) yaptığı çalışmada 5E modelinin lise

öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlamaları üzerine olumlu etkide bulunduğunu belirlemiştir.

Yapılan çalışmalar 5E öğretim modelinin öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesinde de etkili bir şekilde kullanıldığını ortaya koymaktadır (Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çalık, Kolomuç ve Karagölge, 2010; Çardak ve diğ., 2008; Çepni ve diğ., 2010; Çepni ve Şahin, 2012; Er Nas ve diğ., 2012; Fazelian ve diğ., 2010; Gül, 2011; İpek Akbulut ve diğ., 2012; Kolomuç, 2009, 2012; Sağlam, 2006; Saka, 2006; Stephen ve Huziak-Clari, 2007; Şahin ve diğ., 2009; Şahin, 2010; Şenel Çoruhlu ve diğ., 2012; Tural, ve diğ., 2010; Vincent ve diğ., 2008; Yalçın ve Bayrakçeken, 2010). 5E modelinin öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisi sınırlı sayıda da olsa yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Kolomuç, 2012; Özsevgeç, 2007). 5E modelinin etkililiğini araştıran bu çalışmalardan bazıları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. 5E Modeli İle İlgili Bazı Çalışmalar

Yazarlar	Ünite / Konu / Kavram	Amaç	Örneklem	Veri Toplama Araçları	Sonuç
Sağlam (2006)	Ses ve ışık ünitesi	5E modeline uygun materyal geliştirmek, uygulamak ve sonuçlarını değerlendirmek.	5. sınıflardan yansız olarak seçilen iki grup	Başarı testi, tutum ölçeği, anket, gözlem, mülakat	Deney grubunda lehine, başarı tutum ve alternatif kavramaların düzeltilmesinde anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir.
Saka (2006)	Genetik	Tasarlanan ve uygulanan öğretim modelinin, kavramsal anlamalarına ve alternatif fikirlerin değişimine etkisini belirlemek.	22'şer öğretmen adayından oluşan deney ve kontrol grupları	24 soruluk bir kavramsal anlama testi, mülakat	Deney grubunda alternatif kavramalar neredeyse tamamen giderilirken, kontrol grubunda kısmen devam ettiği belirlenmiştir.
Özsevgeç (2007)	Kuvvet ve Hareket ünitesi	5E modeline göre öğrenci ve öğretmen rehber materyalleri geliştirmek ve bu materyallerin etkililiklerini değerlendirmek.	37 deney grubu ve 34 kontrol grubu öğrencisi	Kavramsal anlama testi, başarı testi anketler, gözlemler ve mülakat	Kalıcı kavramsal değişimi gerçekleştirmiş, akademik başarıları arttırmış, tutumlarında da pozitif ve kalıcı etkiler sağlamıştır.
Stephen ve Huziak-Clari (2007)	Mıknatıslar	Elle yapılan etkinlikler ve araştırmaya dayalı öğretim ile anaokulu öğrencilerinin mıknatıs konusu ile ilgili kavramsal gelişimlerini incelemek.	59 anaokulu öğrencisi	Mülakat	Sorgulamaya dayalı öğretimde 5E modeline göre işlenen derslerde öğrencilerin mıknatısları kavrayabildikleri tespit edilmiştir.
Yalçın ve Bayrakçeken (2010)	Asit ve bazlar	5E modeline uygun olarak geliştirilen etkinliklerin öğretmen adaylarının başarılarına olan etkisini belirlemek.	43 fen bilgisi öğretmenliği öğrencisi	Çoktan seçmeli başarı testi, mülakat formu	5E etkinliklerinin geleneksel yaklaşıma kıyasla öğrenci başarısını istatistiksel olarak önemli düzeyde artırdığı ortaya konulmuştur.
Bektaş (2011)	Maddenin tanecikli yapısı	5E'nin öğrencilerin anlama, kimyaya karşı epistemolojik inanışlar ve bilimin doğası anlamaları üzerine etkisini belirlemek.	10.Sınıftan toplam 113 öğrenci	Kavram, epistemolojik inanış ve bilimin doğası testleri ve mülakat	Anlama ve epistemolojik inanışlar ve bilimin doğasını anlama bakımından deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur.
Aktaş (2012)	Kalıtım, Gen Mühendisliği, Biyoteknoloji	5E öğrenme modeli ve işbirlikli öğrenme yöntemi kullanımının biyoloji dersi başarısına ve tutumuna etkilerini araştırmak.	11. sınıftaki 93 fen grubu öğrencisi	Tutum ölçeği ve başarı testi	Deney grupları başarı ve tutum yönünden yüksek ve deney grupları arasında da 5E daha yüksek bulunmuştur.
Kolomuç (2012)	Çözeltiler	Animasyon ve çalışma yapraklarının kullanıldığı 5E modelinin alternatif kavramalara ve kalıcılığa etkisini belirlemek.	9. sınıf seviyesinden 30 öğrenci	Açık uçlu sorulardan oluşan kavram başarı testi ve mülakat	5E'nin kullanıldığı deney grubu alternatif kavramaların giderilmesinde ve öğrenilenlerin kalıcılığında etkili olmuştur.

Yapılan çalışmalarda, 5E öğretim modelinin öğrencilerin anlamaları, alternatif kavramlarının giderilmesi, kavramsal değişim ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığı üzerine olumlu etkilerde bulunduğu Tablo 1'de de görülmektedir. Yukarıda verilen deneysel çalışmaların haricinde 5E modeline uygun etkinlik ya da materyal tasarımına yönelik teorik çalışmalar da literatürde yer almaktadır (Brown, 2006; Çepni, ve diğ., 2000; Orgill ve Thomas, 2007; Şahin ve diğ., 2009; Türk ve Çalık, 2008; Wilder ve Shuttleworth, 2005). Örneğin, Wilder ve Shuttleworth (2005) çalışmalarında, lise düzeyinde "hücre" kavramının öğretimine yönelik 5E öğretim modeline dayalı olarak bir etkinlik geliştirmişler ve sunmuşlardır. Çalışmada geleneksel öğretim etkinliğinin bile 5E öğretim modelinin aşamalarına göre sunulmasının, öğrencilerin derse motive olmasında ve ders süresince dikkatlerinin derse odaklanmasında etkili olduğu belirtilerek, 5E öğretim modeline dayalı etkinliklerin önemi vurgulanmıştır.

Yukarıdaki çalışmalar haricinde 5E modelinin BDÖ ile (Çalık, Kolomuç ve Karagölge, 2010; Gül, 2011; Hançer, 2005; Kolomuç, 2009; Pektaş, 2008; Saka ve Akdeniz, 2006) ve farklı yöntem ve tekniklerle birlikte kullanıldığı (Brown, 2006; Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çepni ve diğ., 2010; Çepni ve Şahin, 2012; Er Nas ve diğ., 2012; İpek Akbulut ve diğ., 2012; Karlı, 2011; Kurnaz ve Çalık, 2008; Küçük, 2011; Şahin ve diğ., 2009; Şahin, 2010; Şenel Çoruhlu ve diğ., 2012; Tural ve diğ., 2010; Wilder ve Shuttleworth, 2005) çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalardan 5E modeline uygun farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanıldığı çalışmalar Bölüm 2. 1. 4.'te, 5E modeline uygun BDÖ ile ilgili çalışmalar ise Bölüm 2. 1. 5. 2.'de ayrıca ele alınmıştır. Bu nedenle bu çalışmalara burada detaylı değinilmemiştir.

2. 1. 2. Alternatif Kavramalar

Fen eğitime yönelik yapılan çalışmalarda öğrencilerin çoğu konuda sahip oldukları kavramların, bilimsel çevreler tarafından kabul edilenlerden farklı olduğu ortaya çıkarılmıştır (Peterson ve Treagust, 1989). Öğrencilerin, öğrenme ortamına gelmeden önce çeşitli deneyimleri sonucu sahip oldukları bu hatalı düşüncelerine "kavram yanılgıları (misconceptions)", "alternatif kavrama (alternative conceptions)" gibi birçok farklı isim verilmektedir. Değişik isimler verilmesine rağmen bu terimlerin hepsi genellikle aynı anlamı ifade etmek amacıyla kullanılmaktadır (Nicoll, 2001). Ancak kullanılan terimlerin araştırmacının öğrenmeyle ilgili görüşünü yansıttığı (Çalık, 2006) düşünüldüğünde hangi terimin kullanıldığı önem kazanmaktadır. Genellikle "kavram yanılgısı" ifadesi araştırmacının objektivist görüşe sahip olduğunu, "alternatif yapılar" ifadesi ise bütünlüştürücü (constructivist) görüşe sahip olduğunu yansıtır (Taber, 2000). Alternatif kavramalar, bilimsel olarak kabul görmese de, çocuğun bakış açısına göre mantıklı

olduklarından zihinlerine iyice yerleşmiş durumdadırlar (Gilbert ve diğ., 1982). Bu nedenle sonraki öğrenmelerini ve zihinlerinde yeni ve doğru kavramları geliştirmelerini olumsuz yönde etkilemektedir (Griffiths ve Preston, 1992).

Kavramların soyut özellikte olması, konuyla ilgili öğrencilerin ön bilgilerinin bilinmemesi ve alternatif kavramalarının belirlenmeden derse başlanması, kavramların kavramsal değişimi sağlayacak tekniklerin yerine geleneksel yollarla öğretimi ve süreç sonunda öğrencinin geliştirdiği alternatif düşüncelerin yeterince irdelenmeyişi alternatif kavramaların oluşması ve giderilememesinin sebepleri arasında sayılmaktadır. Ayrıca öğrencilerin duyu organlarıyla algıladıkları günlük deneyimler, kullanılan günlük dil, öğretmenlerin yetersizlikleri, ders müfredatları ve ders kitaplarının içeriği de alternatif kavramaların oluşması ve giderilememesinde etkilidir (Benson ve diğ., 1993; Ben-Zvi ve diğ., 1988; Çepni, 1997; Del Pozo, 2001; Garnet ve Treagust, 1990; Janiuk, 1993; Yılmaz ve Morgil, 2001).

2. 1. 2. 1. Alternatif Kavramaların Belirlenmesi

Alternatif kavramaların giderilebilmesi için öncelikle konu ile ilgili alternatif kavramalar mümkün olduğunca eksiksiz belirlenmelidir. Literatüre bakıldığında alternatif kavramaların belirlenmesinde çok çeşitli araçlar kullanılmaktadır. Bu araçlardan açık uçlu ve çoktan seçmeli sorular ile mülakatlar daha sık kullanılmakla birlikte, kısa cevaplı soruların, çizimlerin, doküman analizinin, kavram haritalarının ve TGA yönteminin de kullanıldığı görülmektedir. Bu veri toplama araçlarından biri veya birkaçı birlikte kullanılarak öğrencilerin diğer kavramlarda olduğu gibi MTY ve ilişkili kavramlarla ilgili anlamalarının ve sahip oldukları alternatif kavramaların belirlendiği literatürde görülmektedir.

Sadece bir veri toplama aracının kullanıldığı çalışmalarda çoğunlukla yalnız açık uçlu soruların (Abraham, Williamson ve Westbrook, 1994; Ayas ve diğ., 2010; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Özmen ve diğ., 2002; Shepherd ve Renner, 1982), örneklem büyükse çoktan seçmeli soruların (Gabel, 1993; Othman ve diğ., 2008; Treagust ve diğ., 2010; Yezierski, 2003) ya da örneklem küçükse mülakatların (Griffiths ve Preston, 1992; Johnson, 1998a, 1998b, 1998c; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Nakhleh Samarapungavan ve Sağlam, 2005; Osborne ve Cosgrove, 1983; Özmen, 2011b; Papageorgiou ve diğ., 2008; Pierri ve diğ., 2008; Stavy, 1990; Valanides, 2000) kullanıldığı görülmektedir.

İki farklı (Adadan ve diğ., 2009; Ayas ve Özmen, 2002; Boz, 2006; Boz ve Boz, 2008; Liu ve Lesniak, 2005; Özmen, 2011a) ve üç farklı (Adadan, 2006; Adadan, Trundle ve Irving, 2010; Adadan, 2013; Bar ve Travis, 1991; Novick ve Nussbaum, 1981) veri

toplama aracının birlikte kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Kullanılan veri toplama aracının türünün kavramsal gelişim ile ilgili yapılan araştırmaların sonuçları üzerinde etkili olması (Bar ve Travis, 1991; Kenan 2005) alternatif kavramaların belirlenmesinde farklı veri toplama araçlarının birlikte kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca çoktan seçmeli testlerle cevapların nedenleriyle ilgili bilgi sahibi olunamadığından (Ayas, 1995), literatürde farklı konularla ilgili alternatif kavramaların nedenleriyle birlikte belirlenmesinde iki aşamalı teşhis edici testler geliştirilmekte ve kullanılmaktadır (Çakmak, 2009; Çalık, 2006; Demirci ve Özmen, 2012; Haslam ve Treagust, 1987; Mann ve Treagust, 1998; Othman ve diğ., 2008; Özalp, 2008; Treagust, 1988; Ulusoy, 2011).

Bu çalışmada öğrencilerin kavramsal anlamalarının ve alternatif kavramalarının belirlenmesinde iki aşamalı çoktan seçmeli sorular, kısa cevaplı sorular, açık uçlu sorular, çizimler, mülakat ve TGA'nın aşamaları ile ilgili çalışma yapraklarında yer alan sorular kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin anlama düzeylerinin belirlenmesinde ve başarılarının karşılaştırılmasında çoktan seçmeli başarı testi kullanılmıştır. Veri toplama araçları ile ilgili daha detaylı bilgilere Bölüm 3. 3. 1'de yer verilmiştir.

2. 1. 2. 2. Alternatif Kavramaların Giderilmesi

Geleneksel olarak uygulanan öğretim yöntemlerinin alternatif kavramaları gidermede ve kavramsal değişimi sağlamada yetersiz kalması (Hewson ve Hewson, 1984; Stavy, 1991; Strike ve Posner, 1976) araştırmacıları, öğrencilerin alternatif kavramalarını bilimsel olarak kabul edilebilir anlamalara dönüştürecek öğretim stratejileri geliştirmeye yöneltmiştir (Köseoğlu ve diğ., 2002; Ünal, 2007). Bu yönelimin gerekçeleri arasında; öğrencilerin fen dersleri arasında ilişki kuramaması (Osborne ve Wittrock, 1983), öncekilerle ilişkilendirilmeden zihinde parça parça tutulan kavramların yeni kavramın yapılandırılmasında etkili olması (Bodner, 1990), meydana gelen alternatif kavramaların sonraki öğrenmeleri etkileyerek kavramların zihinde doğru yapılandırılmasını engellemesi (Hewson ve Hewson, 1984), öğrencilerin yapılandırdıkları bilgilerinin yanlış olabileceğini kabul etmemeleri ve değiştirmeye karşı direnç göstermeleri (Bodner, 1990; Papageorgiou ve diğ., 2008), alternatif kavramalarının farkına varamamaları, farkına varsalar bile tek başlarına ya da geleneksel öğretimle bunun düzeltilememesi (Tytler, 2002), ders kitaplarında ön bilgilerin dikkate alınmadan yeni konuların sunulması (Kim ve Van Dusen, 1998) sayılabilir.

İnatçı fikirlerini değiştirmeye karşı direnç gösteren öğrencilerden, mevcut bilgileri ile açıklanamayan ve onlarla ters düşen bir olayı açıklamaları istendiğinde, genellikle bahsedilen olayın bir şekilde gerçekleştiğini ifade ederler fakat onu açıklamaktan sakınırlar (Watson ve Konicek, 1990). Ayrıca günlük dilde sıklıkla kullanılan ifadeler

öğrencilerin yanlış anlamalara sahip olmalarına veya zihinlerinde karışıklığa neden olabilmektedir. Piaget'in çalışmaları sonucunda da somut işlemler evresindeki öğrencilerin yeni bir delil ile karşılaştıklarında önceki fikirlerini tutmaya daha eğilimli oldukları görülmüştür (Ünal, 2007).

Kavramsal değişimin gerçekleşmesi için; öğrencilere mevcut kavramlarının olayları açıklamada yetersiz kaldığı hissettirilmeli, bunun için zihinlerinde çelişkili bir durum oluşturulmaya çalışılmalı ve yeni kavram açık, anlaşılır, mantıklı, faydalı ve farklı durumlara uygulanabilir olmalıdır (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982; Hewson ve Hewson, 1984). Örneğin, Cosgrove ve Osborne (1985) bilimsel fikirlerin akla yatkın oldukları analogiler, gösteriler, deneyler vb. ortaya konulmadıkça, öğrencilerin kendi kavramalarını değiştirmeye istekli olmayacaklarını ifade etmişlerdir. Uzun ve devamlılık gerektiren bir mücadele ile çeşitli model ya da teknikler kullanılarak öğrencilerin kavramsal değişimi gerçekleştirebilmelerine yardım edilebilir (Ünal, 2007; Watson ve Konicek, 1990).

Duit ve Treagust (2003) kavramsal değişim teriminin sıklıkla bilimsel kavramların ön bilgilerle yer değiştirmesi şeklinde yanlış anlaşıldığını belirttiği çalışmalarında, kavramsal değişim terimini öğrenenlerin öğretimden önceki kavramsal yapılarının amaçlanan bilimsel bilginin anlaşılmasını sağlamak için yeniden yapılandırılması şeklinde ifade etmişlerdir. Hewson ve Hewson (2003) ise kavramsal değişimin birleştirme, farklılaştırma, değiştirme ve kavramsal ilişkilendirme olmak üzere dört aşamanın istenilen şekilde tamamlanması ile gerçekleşebileceğini ifade etmektedir.

2. 1. 3. Materyallerin Geliştirilmesinde Kullanılan Farklı Yöntem ve Teknikler

Öğrencilerde, soyut kavramların somutlaştırılmasında, etkili öğretimin gerçekleştirilmesinde, alternatif kavramaların düzeltilmesinde ve kavramsal yapılarıdaki farklılaşmanın sağlanmasında birçok farklı öğretim yöntem ve teknikleri kullanılmaktadır. Bunlar arasında KDM, ÇY, TGA, KH, AÇT, animasyon, simülasyon ve analogiler yer almaktadır (Beerenwinkel ve diğ., 2011; Chambers ve Andre, 1997; Chang ve diğ., 2001; Çetinkaya ve Taş, 2011; Demir ve Sezek, 2009; Demirci ve Özmen, 2012; Kearney ve Treagust, 2001; Liu ve Lesniak, 2006; Meheut, 1997; Özatlı ve Bahar, 2010; Pierri ve diğ., 2008; Smith, 2007; Stern ve diğ., 2008; Trey ve Khan, 2008; Yezierski ve Birk, 2006). Son yıllarda fen bilimleri alanında yapılan birçok çalışmada olduğu gibi MTY ile ilgili kavramların öğretiminde de bahsedilen yöntem ve teknikler genellikle tek başlarına ya da iki farklı yöntem birlikte kullanılarak kavramsal yapılarıdaki farklılaşmanın gerçekleştiği ve bazı çalışmalarda öğrencilerde kalıcı öğrenmenin sağlandığı rapor edilmiştir (Beerenwinkel ve diğ., 2011; Bunce ve Gabel, 2002; Chang ve diğ., 2010; Çalık ve diğ.,

2008; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Johnson ve Papageorgiou, 2010; Kokkotas ve diğ., 1998; Meheut, 2004; Noh ve Scharmann, 1997; Özmen, 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Pierri ve diğ., 2008; Stern ve diğ., 2008).

2. 1. 3. 1. Kavramsal Değişim Metinleri (KDM)

KDM'ler öğrencilerde var olan alternatif kavramaların bilimsel kavramlarla uyumlu hale getirilmesi için kullanılan ikna edici metinler olarak tanımlanmaktadır (Hynd, 2001). KDM'ler genel olarak, öğrencilere sahip oldukları alternatif kavramalar ya da olaylar hakkında yöneltilen bir soru ile başlar. Daha sonra, kavram veya olay ile ilgili öğrencilerde sıklıkla görülen alternatif kavramalar sunulur ve onların bu kavramlara sahip olmalarındaki olası nedenler açıklanır. Bu şekilde onların sahip oldukları alternatif kavramaların ortaya çıkarılması ve bu alternatif kavramaların farkında olmalarının sağlanması amaçlanır. Metinlerin devamında, sunulan öğrenci fikirlerinin neden yanlış oldukları öğrencilere açıklanır. Bu açıklamalar sayesinde, öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramaları sorgulamaları ve bu fikirlerinin yetersizliklerini hissetmeleri sağlanmaya çalışılır. Metinlerin son bölümünde ise, üzerinde tartışılan kavram veya olayla ilgili bilimsel olarak kabul edilen fikirler sunulur. Bu fikirler, öğrencilerin açıkça anlayabilecekleri bir şekilde örnekler, resimler, animasyonlar vb. desteklenir (Ünal, 2007).

KDM'ler fen bilimleri eğitiminde, farklı konularla ilgili kavramsal başarıyı sağlama (Birinci Konur, 2010; Chambers ve Andre, 1997; Demirci ve Özmen, 2012; Dilber, 2006; Taşdelen, 2011) ve alternatif kavramaları gidermeyi ve kavramsal değişimi gerçekleştirmeyi (Chambers ve Andre, 1997; Çalık, 2006; Dilber, 2006; Karslı, 2011; Özmen ve Demircioğlu, 2003; Özmen, 2007; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009; Özmen, 2011a; Sevim, 2007; Şahin, 2010; Ünal, 2007) amaçlayan çalışmalarda yaygın olarak kullanılmakta ve istenen başarı elde edilmektedir. KDM'ler 5E modeline dayalı geliştirilen etkinliklerde de kullanılmaktadır (Saka, 2006; Sevim, 2007; Ural Keleş, 2009). Ayrıca MTY ile ilgili kavramların öğretiminde de KDM'lerin başarıyla kullanıldığı görülmektedir (Beerenwinkel ve diğ., 2011; Birinci Konur, 2010; Çakmak, 2009; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Özmen, 2011a)

Son yıllarda yapılan çalışmalardan bazılarında KDM'ler tek başına kullanılırken (Akpınar, 2012; Beerenwinkel ve diğ., 2011; Birinci Konur, 2010; Sevim, 2007), birçoğunda ise analogi, animasyon, deney ÇY ve TGA gibi farklı yöntem ve tekniklerin biri veya birkaçı ile birlikte kullanılmıştır (Çakmak, 2009; Çalık, 2006; Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çepni ve diğ., 2010; Dilber, 2006; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Karslı, 2011; Özmen Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009; Özmen, 2011a; Şahin, 2010; Türk ve Çalık, 2008).

Ünal (2007) ve Taşdelen (2011) ise yaptıkları çalışmalarda KDM ile BDÖ yöntemini birlikte kullanmıştır. Taşdelen (2011) tarafından yapılan çalışmada KDM'lerin BDÖ materyali içerisine yerleştirildiği görülmektedir. Bu çalışmada da zenginleştirilmiş BDÖ materyali içerisinde yer alan her bir konu ve etkinlikte KDM'lere yer verilmiştir.

2. 1. 3. 2. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) Yöntemi

TGA yöntemi, tahmin etme, tahminlerini doğrulama, gözlemlerini tanımlama ve yapılan tahmin ve gözlemler arasında var olan çelişkileri giderme basamaklarını içermektedir (White ve Gunstone, 1992). Öğrencilerin her bir basamakta verdikleri cevaplara ve açıklamalara bakılarak onların anlamaları hakkında yorum yapılmaktadır. Birinci basamak olan tahmin aşamasında öğrencilerden, araştırmacı tarafından oluşturulacak etkinlikte geçen olaylar hakkında tahmin yapmaları ve tahminlerini nedenleriyle birlikte açıklamaları istenir. Yapılan tahminlere bakılarak öğrencilerin düşünce biçimleri ve alternatif kavramaları ayrıntılı olarak tespit edilebilir. Gözlem aşamasında öğrencilerin oluşturulan etkinlikte, kolaylıkla gözlenebilir ve zihninde çelişki meydana getirebilecek nitelikte bir olayı gözlemlenmeleri sağlanır. Açıklama aşamasında ise öğrencilerin, olayla ilgili tahminleri ile gözlemleri arasındaki meydana gelen çelişkili durumu gidermelerine yönelik açıklama yapmaları sağlanır (Liew, 1995; White ve Gunstone, 1992).

TGA'nın fen bilimleri öğretiminde çoğunlukla öğrencilerin, öğrendiklerini uygulama ve günlük yaşamda karşılaştıkları olaylar ile ilişkilendirebilme imkânı buldukları (White ve Gunstone, 1992) deney ve etkinliklerle birlikte kullanıldığı görülmektedir (Meheut, 1997; Güven, 2011; Tatlı, 2011; Yaman, 2012). Ayrıca literatürde TGA yönteminin bilgisayarla desteklendiği görülmektedir (Kearney ve Treagust, 2001; Kearney, 2003; Meheut, 1997; Monaghan ve Clement, 1999; Stern ve diğ., 2008; Şahin; 2010; Tatlı, 2011; Yaman, 2012). Bilgisayar videolarının TGA'nın gözlem aşamasının defalarca ve yavaş yavaş tekrarlanabilmesine ve gerçek yaşamdan görüntülerin sınıf ortamına getirilebilmesine imkân sunduğu (Kearney ve Treagust, 2001), simülasyonların da TGA'nın daha etkili uygulanmasında önemli rol oynadığı (Monaghan ve Clement, 1999) belirtilmektedir. Örneğin Tatlı (2011), kimyasal değişimlerle ilgili deneyleri konu alan ve TGA'ya göre etkileşimli sanal kimya laboratuvarı geliştirme ve uygulamayı amaçlayan çalışmasında, öğrencilerin yaptıkları deney ile günlük hayat arasındaki ilişkiyi kurabildikleri, üzerinde çalıştıkları deneyin makroskobik, moleküler ve sembolik boyutlarını inceleme imkânı buldukları belirlenmiştir.

Literatürde, TGA yönteminin çeşitli konularla ilgili öğrencilerin alternatif kavramaların belirlenmesinde (Liu ve Lesniak, 2006; White ve Gunstone, 1992; Yaman, 2012),

giderilmesinde (Çepni ve Şahin, 2012; Kearney, 2003; Özyılmaz Akamca, 2008; Stern ve diğ., 2008; Şahin, 2010) ve anlama düzeylerinin artırılmasında (Akgün ve Deryakulu, 2007; Coştu, Ayas ve Niaz, 2012; Güven 2011; Meheut, 1997; Liew, 1995; Özyılmaz Akamca, 2008; Tatlı, 2011; Yaman, 2012) etkili bir şekilde kullanıldığı rapor edilmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda TGA'nın farklı yöntem ve tekniklerle birlikte kullanıldığı görülmektedir (Çepni ve diğ., 2010; Çepni ve Şahin, 2012; Güven, 2011; Özyılmaz Akamca, 2008; Stern ve diğ., 2008; Şahin, 2010; Tatlı, 2011). MTY ile ilgili anlamaların belirlenmesi ve kavramların öğretiminde TGA'nın kullanıldığı görülmektedir (Liu ve Lesniak, 2006; Meheut, 1997; Kenan ve Özmen, 2012; Stern ve diğ., 2008; Tatlı, 2011). Kenan ve Özmen (2012) tarafından tanıtılan bir çalışma kapsamında geliştirilen zenginleştirilmiş BDÖ materyalinde yer alan her bir konu ve etkinlik TGA'ya göre düzenlenmiştir. Öğrencilerden TGA'nın her bir basamağında yer alan soruları gerekçeleriyle birlikte çalışma yaprağı üzerine cevaplamaları istenmiştir.

2. 1. 3. 3. Çalışma Yaprakları (ÇY)

İlgili literatürde daha çok yapılandırmacı yaklaşımı esas alan çalışmalarda öğretim etkinliklerinin belirlenen aşamalarda belirli bir bütünlük içerisinde sırayla sunulmasına imkan sağladığı için diğer yöntem ve tekniklerle birlikte sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Özellikle 5E modeline göre tasarlanan materyallerde ve planlanan öğretim etkinliklerinde sıkça kullanılmaktadır (Çakmak, 2009; Karanlı, 2011; Kolomuç, 2009, 2012; Şahin, 2010; Şahin ve Çepni, 2012; Türk ve Çalık, 2008). Böylece öğrencilerin ilgilerinin çekilip dikkatlerinin toplanması, ön bilgilerinin belirlenmesi, içeriğin adım adım takip edilmesi, görüş ve düşüncelerinin alınması ve değerlendirme yapılmasına imkân sağlanmaktadır. Bu nedenle çalışma yaprakları çeşitli konularla ilgili öğrencilerin anlama düzeyinin artırılması ve alternatif kavramaların giderilmesi ile ilgili çalışmalarda etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Barnea ve Dori, 1996; Coştu ve diğ., 2003; Çalık, 2006; Çepni ve Şahin, 2012; Feyzioğlu, 2006; Karanlı, 2011; Kolomuç, 2009, 2012; Miller, 2008; Pierri ve diğ., 2008; Smith, 2007; Snir ve diğ., 2003; Şahin, 2010; Yezierski ve Birk, 2006).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda çalışma yapraklarının KDM, TGA, animasyon, analogi, laboratuvar gibi farklı yöntem ve tekniklerin biri ya da birkaçı ile birlikte kullanıldığı görülmektedir (Çakmak, 2009; Çalık, 2006; Çepni ve diğ., 2010; Çepni ve Şahin, 2012; Karanlı, 2011; Şahin, 2010; Şahin ve Çepni, 2012; Türk ve Çalık, 2008; Ürey ve Çalık, 2008; Pierri ve diğ., 2008; Smith, 2007; Snir ve diğ., 2003; Yezierski ve Birk, 2006). BDÖ materyalleri ve animasyonlarla çalışan öğrenciler bile belirli bir süre sonra bu ilgilerini kaybedebilmektedirler. Bu nedenle BDÖ'yü daha etkin hale getirmek ve öğrencilerin motivasyonun sürekliliğini sağlamak için de çalışma yaprakları sıkça kullanılmaktadır

(Barnea ve Dori, 1996; Çepni ve diğ., 2010; Çepni ve Şahin, 2012; Feyzioğlu, 2006; Karslı, 2011; Kolomuç, 2009, 2012; Pierrri ve diğ., 2008; Snir ve diğ., 2003; Şahin, 2010; Şahin ve Çepni, 2012; Yeziarski ve Birk, 2006).

2. 1. 3. 4. Animasyon ve Simülasyonlar

Animasyon ve simülasyonlar öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri soyut özellikteki bilimsel kavram ve düşünceleri daha rahat öğrenebilmelerini sağlar (Gorsky ve Finegold, 1992; Huppert ve diğ., 2002). Animasyonların ve simülasyonların öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiği ve alternatif kavramalarını gidermede etkili olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Russell ve diğ., 1997; Sanger ve Greenbowe, 2000). Ders kitaplarında ve diğer yazılı kaynaklarda yer alan resimlere nazaran, hareketli nesnelerin yer aldığı animasyon ve simülasyonların kullanımı öğrencilerin derse ilgisini çekmekte ve merakını artırmaktadır (Mistler-Jackson ve Songer, 2000; Stokes, 2001; Weiss, Knowlton ve Morrison, 2002). BDÖ materyallerinde animasyonların ve simülasyonların kullanılmayarak, etkileşimli olarak hazırlanmaması durumunda ise BDÖ'nün geleneksel yöntemlerden hiçbir farkı olmayacağı ifade edilmektedir (Akçay, Tüysüz ve Feyzioğlu, 2003). Bu nedenle özellikle son yıllarda animasyonların ve simülasyonların kullanıldığı etkileşimli BDÖ uygulamaları ön plana çıkmaktadır.

Animasyonlar sınıfa getirilemeyen doğa olaylarını, öğrencilerin yakından görmesine imkân sağlar (Ayas, Yılmaz ve Tekin, 2001). Ayrıca animasyonlar, deneylerin kısa sürede yapılmasına ve birkaç kez tekrarlanabilmesine imkân tanınması (Sinclair ve diğ., 2004; Yılmaz ve Saka, 2005), deney malzemeleri olmayan okullarda deneylerin sanal olarak gözlenmesini sağlaması (Yılmaz ve Saka, 2005) ve yapılması tehlikeli olan deneylerin bilgisayar ortamında güvenli yapılmasını sağlamasından dolayı (Ayas, Yılmaz ve Tekin, 2001) tercih edilmektedir.

Literatürde bir çok öğrencinin mikroskobik ve sembolik düzeydeki olayları görselleştirmede ve zihinlerinde canlandırmada başarılı olamadıkları ifade edilmektedir (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; Gabel ve diğ., 1987; Kozma ve Russell, 1997). Fen kavramları basit simülasyonlarla canlandırılarak anlaşılır hale getirilebilmektedir (Besson ve Viennot, 2004; Jong ve diğ., 1998; Windschitl, 2001). Bu nedenle öğrencilerin moleküler düzeydeki kimyasal süreçleri veya taneciklerin hareketlerini görselleştirebilmelerinde ve zihinlerinde canlandırabilmelerinde bilgisayar ortamında hazırlanan simülasyonlar çok daha başarılı ve etkilidir (Ronen ve Eliahu, 2000). Simülasyonlarla hazırlanan materyallerin soyut kavramların somutlaştırılmasında (Besson ve Viennot, 2004; Reid, Zhang ve Chen, 2003; Windschitl, 2001; Yılmaz ve Saka, 2005; Zhang, Chen, Sun ve Reid, 2004) ve öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesinde

(Çepni, 2009; Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy, 2008; Ünal, 2007; Yılmaz ve Saka, 2005) etkili olduğu ifade edilmektedir.

2. 1. 3. 5. Analogiler

Öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesi ve onlarda kavramsal değişim meydana getirilebilmesi için analogilerin (Orgill ve Bodner, 2004; Taylor ve Coll, 1997; Tsai, 1999) kullanılabileceği literatürde ifade edilmektedir. Ayrıca analogilerin soyut kavramların modellenmesinde ve somutlaştırılarak gösterilmesinde oldukça yardımcı ve etkili olduğu, öğrencilerin başarısını arttırdığı ve kimyanın kavramsal düzeyde anlaşılmasını sağladığı ifade edilmektedir (Taylor ve Coll, 1997; Tien, Teichert ve Rickey 2007). Fen bilimlerinin diğer kavramlarının öğretiminde olduğu gibi MTY ile ilgili kavramların öğretiminde de analogilerden yararlanıldığı çalışmalara literatürde rastlanmaktadır (Adadan, 2006; Bektaş, 2011; Boz ve Boz, 2008; Kenan ve Özmen, 2010c; Smith, 2007; Stavy, 1991; Tsai, 1999). Analogilerin BDÖ ile birlikte kullanıldığı çalışmalar ise sınırlı sayıdadır (Meheut, 1997; Okur, 2009; Trey ve Khan, 2008).

Son yıllarda öğrencilerin kavramsal anlamalarının artırılması ve alternatif kavramalarının giderilmesi amacıyla yapılan bazı çalışmalarda analogilerin tek başına kullanıldığı (Bilgin ve Geban, 2001; Kenan ve Özmen, 2010c; Tsai, 1999), bazı çalışmalarda ise KDM, ÇY, TGA ve animasyonlar gibi farklı yöntem ve tekniklerin biri ya da birkaçı ile birlikte kullanıldığı (Çakmak, 2009; Dilber, 2006; Çalık, 2006; Çalık Okur ve Taylor 2010; Karslı, 2011; Okur, 2009; Özyılmaz Akamca, 2008; Şahin, 2010; Türk ve Çalık, 2008) görülmektedir.

2. 1. 3. 6. Kavram Haritaları (KH)

Öğrencilerin mevcut bilişsel yapısı ile yeni öğrendikleri bilgiler arasında ilişkilerin kurulmasını sağlaması, bu yöntemin anlamayı artırmada kullanılması açısından önemlidir. Aynı zamanda öğrencilerin kalıcı öğrenmelerine önemli katkılar sağlamaktadır. (White ve Gunstone, 1992; Kinchin ve Hay, 2000). Kavram haritaları aynı zamanda ön bilgileri ve alternatif kavramaların ortaya çıkarılmasında ve değerlendirme yapmada da etkili bir şekilde kullanılmaktadır.

Kavram haritalarında iki kavram arasındaki ilişki, üzerine ilişkiyi belirleyen ifadelerin yazıldığı doğrularla gösterilir. İlişkiyi belirleyen bağlantı ifadeleri ile iki kavram tamamlanarak anlamlı bir cümle oluşturur (Novak, 1998). Bilgisayarın özellikleri göz önüne alındığında, pek çok eğitimci bilgisayar teknolojisinin kalem-kâğıtla yapılan kavram haritalarının sınırlılıklarının potansiyel çözümü olduğuna inanmaktadır (Tsai, Lin ve Yuan

2001). Kalem-kâğıtla yapılan kavram haritalarının içerdiği zorluklar, araştırmacıları bilgisayar destekli kavram haritaları geliştirmeye yöneltmiştir. Chang, Sung ve Chen (2001) tarafından yapılan çalışmada bilgisayar destekli kavram haritalarının kalem-kağıtla yapılanlara göre öğrenme üzerine daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bilgisayar destekli kavram haritalarında bazı boşluklar (kavram ya da bağlantılar) bırakılır. Kavram haritasının boşluklarına yerleştirilebilecek kavramlar ve bağlantılar öğrenciler tarafından seçilerek yerleştirilir (Chang ve diğ., 2001). Bazı çalışmalarda da bilgisayar destekli kavram haritaları geliştirilmiş ve etkili bir şekilde kullanılmıştır (Aykanat, Doğru ve Kalender, 2005; Chang ve diğ., 2001; Çetinkaya ve Taş, 2011; Karslı, 2011; Özdilek, 2006; Taş, Çepni ve Kaya, 2012). Ayrıca MTY ile ilgili çalışmalarda KH başarıyla kullanılmıştır (Bektaş, 2011; Stains ve Talanquer, 2007; Othman ve diğ., 2008)

Literatürdeki birçok çalışmada tek başına ya da farklı yöntem ve tekniklerle birlikte kullanılan kavram haritalarının anlamaların belirlenmesi, artırılması ve alternatif kavramaların giderilmesinde etkili olduğu ortaya konmuştur (Altınok, 2004; Çardak, 2002; Özdilek, 2006; Kaya, 2008; Kurnaz, 2010; Özmen, Demircioğlu ve Coll, 2009; Uzuntiryaki ve Geban, 2005).

2. 1. 3. 7. Anlam Çözümleme Tabloları (AÇT)

AÇT varlıkların ya da nesnelerin özelliklerinin sınıflandırılması amacıyla iki boyutlu olarak geliştirilen tablolardır. Tablonun bir boyutunda özellikleri çözümlenecek olan varlıklar veya kavramlar, diğer boyutunda ise özellikler sıralanır. AÇT kavramların tanımlayıcı ve ayırt edici özelliklerinin öğrenilmesinde etkili biçimde kullanılabilir (Ayas, 2005).

Literatürde öğrencilerin başarı düzeylerinin artırılması ve alternatif kavramalarının giderilmesinde çoğunlukla diğer grafik materyallerle (kavram haritası, kavram ağları) birlikte kullanılmaktadır (Demir ve Sezek, 2009; Çetinkaya ve Taş, 2011). Örneğin Demir ve Sezek (2009) tarafından yapılan çalışmada alternatif kavramaların tespiti ve giderilmesinde anlam çözümleme tabloları kavram haritaları ve kavram ağları gibi grafik materyallerin etkililiği incelenmiş ve etkili oldukları görülmüştür. Çetinkaya ve Taş (2011) tarafından yapılan çalışmada ise web destekli kavram haritaları ve anlam çözümleme tabloları geliştirmiş, uygulanmış bu araçların alternatif kavramaları gidermede etkili olduğu tespit edilmiştir.

2. 1. 3. 8. Alternatif Değerlendirme Araçları

Kavramsal anlamayı ve kavramsal değişimi sağlayan ve ölçen yöntem, teknik ve araçlar arasında yukarıda bahsedilenlere ek olarak yapılandırılmış grid ve tanılayıcı dallanmış ağaç yer almaktadır (Bahar, 2003). Yapılandırılmış grid (YG) ve tanılayıcı dallanmış ağaç (TDA) alternatif ölçme-değerlendirme tekniği olarak da kullanılmaktadır.

Yapılandırılmış grid, öğrencilerdeki alternatif kavramaların tespit edilmesi ve anlamlı öğrenmenin ölçülmesi açısından kuvvetli bir tekniktir (Özatlı ve Bahar, 2010). Bu teknik uygulanırken; yaşa ve seviyeye bağlı olarak dokuz ya da on iki kutucuktan oluşan bir tablo hazırlanır. Konu ile ilgili kavramlar, resimler, sayılar, eşitlikler, tanımlar veya formüller rastgele kutucuklara yerleştirir. Öğrencilere konuyla ilgili değişik sorular verilir. Öğrencilerden her sorunun cevabı için uygun kutucukları bulmaları istenir (MEB, 2006). Öğrencilerin anlamalarının ve alternatif kavramalarının tespit edilmesinde (Bahar, Öztürk ve Ateş 2002; Koçak ve Önen, 2012) ve anlama düzeylerinin artırılarak alternatif kavramaların giderilmesinde (Karahan, 2007; Özatlı ve Bahar, 2010; Demirci ve Özmen, 2012) tek başına ya da diğer alternatif değerlendirme araçları ile birlikte kullanıldığı literatürde görülmektedir.

Diğer bir alternatif değerlendirme aracı olan tanılayıcı dallanmış ağaç, belli bir konuda öğrencinin neleri öğrendiğini ve neleri öğrenemediğini belirlemek için kullanılan değerlendirme araçlarından biridir. Bu teknikte, temelden ayrıntıya giden bir sıraya göre doğru ve yanlış ifadeler seçilerek öğrenciden doğru seçimi yapması istenir. Böylece, 8 veya 16 seçimli bir ifadeler listesi ile sonlanan bir dallanmış ağaç oluşturulur (MEB, 2006). Öğrencilerin anlamalarının ve alternatif kavramalarının tespit edilmesinde ve anlama düzeylerinin artırılarak alternatif kavramaların giderilmesinde diğer alternatif değerlendirme araçları ile birlikte kullanıldığı literatürde görülmektedir (Karahan, 2007; Demirci ve Özmen, 2012; Şahin, 2010; Çepni, Özmen ve Bakırcı, 2012). MTY ile ilgili olarak ise Canbazoglu (2008) çalışmasında yapılandırılmış grid ve tanılayıcı dallanmış ağaç tekniklerini öğretmen adaylarının MTY ile ilgili pedagojik alan bilgilerinin değerlendirilmesinde kullanmıştır.

2. 1. 4. Farklı Yöntem ve Tekniklerin Birlikte Kullanımı

Öğrencilerin kavramsal anlamalarını sağlamada, alternatif kavramalarını gidermede ve doğru kavramları yapılandırmasında yöntem ve teknikler tek başına kullanılabilirdiği gibi birkaç farklı yöntem ve tekniğin birlikte kullanılarak birbirinin eksikliğini ve olumsuz yönlerini ortadan kaldırması ve etkisini artırması sağlanabilir (Çepni ve Şahin, 2012). Farklı öğretim

yöntem ve teknikler birlikte kullanılarak geliştirilen materyallerin ve yapılan uygulamaların etkili öğrenmeyi sağlamada, kavramsal anlamayı artırmada, alternatif kavramaları gidermede oldukça başarılı olduğu son yıllarda yapılan birçok çalışmayla ortaya konmuştur. Bu çalışmaların bazıları Tablo 2'de özetlenmiştir. Tablo 2'de özetlenen çalışmalar haricinde literatürde farklı yöntem ve tekniklerin kullanıldığı benzer çalışmalara da rastlanmaktadır. Bu çalışmalarda kullanılan yöntem ve teknikler Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 2 ve Tablo 3'te görüldüğü gibi farklı yöntem ve tekniklerin kullanıldığı çalışmalarda ÇY, KDM, BDÖ ve analogilerin kullanımı sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca literatürde çoklu gösterimlerin MTY ile ilgili öğrencilerin anlamaları üzerine etkisini araştıran çalışmalar dikkat çekmektedir (Adadan, 2006; Adadan, 2013; Adadan ve diğ., 2009, 2010; Bunce ve Gabel, 2002). Çalışmaların çoğu deneysel olmasına karşın literatürde, materyal geliştirme ve öğretim ortamı tasarlamaya yönelik teorik çalışmalara da rastlanmaktadır (Kenan ve Özmen, 2012; Ürey ve Çalık, 2008; Türk ve Çalık, 2008; İpek ve Çalık, 2008; Kurnaz ve Çalık, 2008).

Tablo 2. Farklı Öğretim Yöntem ve Tekniklerinin Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Yazar	Ünite / Konu / Kavram	Yöntem ve Teknikler	Amaç	Örneklem	Veri Toplama Araçları	Sonuç
Adadan ve diğ. (2010)	MTY	Çoklu gösterimler (gözlem, çizim, açıklama, simülasyon)	Çoklu gösterimlerin kavramsal anlamaya etkisini araştırmak.	11. sınıf öğrencileri (N=19)	Açık uçlu sorular, mülakat ve doküman analizi	Çoklu gösterimlerin kavramsal değişimi gerçekleştirmede başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.
Çakmak (2009)	Temel kimya kavramları	KDM, analogi, ÇY	Yapılandırıcı temelli materyaller geliştirmek ve anlama düzeyine etkisini incelemek.	6.Sınıf öğrencileri (N=36)	İki aşamalı kavram testi ve mülakat	Çeşitli alternatif kavramlarının olduğu, öğrencilerin tanım düzeyinde bilgileri uygulama konusunda yetersiz kaldıkları belirlenmiştir.
Çalık (2006)	Çözümler	KDM, analogi, Çalışma yaprağı	4E'ye göre materyal geliştirmek ve öğrenci başarısına etkisini incelemek	44 (22+22) lise 1. sınıf öğrencisi	Kavram testi, öz değerlendirme, gözlem ve mülakat	Materyal, alternatif kavramları değiştirmede ve kalıcılıkta başarılı olmuştur.
Çalık, Okur ve Taylor (2010)	Sesin yayılmaması	KDM, analogi, ÇY ve animasyon	Farklı kavramsal değişim yöntemlerini karşılaştırmak.	80 5. Sınıf öğrencisi	İki aşamalı kavram testi	Üç yöntemin birlikte kullanıldığı deney gurubu en başarılı olmuştur.
Demirci ve Özmen (2012)	Asit ve Bazlar	ÇY, KDM, Animasyon	Zenginleştirilmiş 4E öğretim materyalinin etkisini belirlemek.	Toplam 22 8. Sınıf öğrencisi	İki aşamalı Kavram Testi	Başarı ve yanlışların giderilmesinde deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir.
Durmuş ve Bayraktar (2010)	Madde ve değişim	KDM ve laboratuvar deneyleri	Yöntemlerin kavramlarının anlaşılmasına ve kalıcılığa etkisini belirlemek.	4.Sınıf seviyesinden 104 öğrenci	8 açık uçlu soru	Alternatif kavramları gidermede ve kalıcı öğrenmede etkili olmuş, yöntemler arasında ise anlamlı farklılık olmamıştır.
Karslı (2011)	Bazı kimya kavramları	ÇY, animasyon, KDM, , analogi, KH ve deney	Zenginleştirilmiş 5E lab. rehber materyali geliştirmek ve etkililiğini incelemek.	Toplam 97 öğretmen adayı	BSB ve Kavram Testi, Tutum ölç., gözlem, mülakat	Tutum hariç deney grubu lehine anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür.
Kolomuç (2012)	Çözümler	Animasyon ve ÇY	5E'ye göre yöntemlerin alternatif kavramlara ve başarıya etkisini belirlemek.	60 (30+30) 9. Sınıf öğrencisi	Açık uçlu kavram testi	Alternatif kavramların giderilmesinde ve kalıcılıkta etkili olduğu görülmüştür.
Meheut (1997)	Gazlar	Simülasyon, TGA, Analogi	Simülasyonların anlama üzerine etkisini belirlemek.	Orta okul öğrencileri	Mülakat, gözlem, ÇY	Materyal öğrencilerin tanecikli modeli kullanmalarında başarılı olmuştur.
Özmen (2011a)	Hal değişimi	KDM, Animasyon	Animasyon destekli KDM'nin MTY'yi anlamaya etkisini belirlemek.	51 (25+26) 6. sınıf öğrencisi	Çoktan seçmeli ve kısa cevaplı test	Deney grubunun başarı ve alternatif kavramlarını giderme seviyesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
Pierri ve diğ. (2008)	Hal değişimi	Mikrobilgisayar destekli laboratuvar (MBL) yöntemi, ÇY	MBL yönteminin kavramsal yapılandırmaya etkisini belirlemek.	10. sınıf öğrencisi (N= 79)	Video kayıtları, alan notları ve mülakat	Uygulamalar sonrasında öğrencilerin anlamalarında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir.
Şahin (2010)	Kuvvet ve Hareket ünitesi	Animasyon TGA, ÇY, KDM, KK, Analoj, TDA	5E'ye dayalı rehber materyaller geliştirmek ve etkililiklerini irdelemek.	48 (25+23) 8. sınıf öğrencisi	İki Aşamalı Kavram Testi, Mülakat, Gözlem	Materyalin kalıcı kavramsal yapıdaki farklılaşmayı istenilen şekilde gerçekleştirdiği bulunmuştur.

Tablo 3. Çalışmalarda Kullanılan Öğretim Yöntem Ve Teknikleri

Yazar	Yöntem		Kullanılan Yöntem ve Teknikler							
	D	T	KDM	ÇY	TGA	BDÖ	A	KH	KK	Diğer
Akgün ve Deryakulu (2007)	X				X					DM
Altınok (2004)	X							X		İÖ
Aykanat ve diğ. (2005)	X					X		X		
Chang ve diğ. (2001)	X					X		X		
Çalık ve diğ. (2010b)	X			X		X				
Çardak (2002)	X		X					X		
Çepni ve diğ. (2010)	X		X	X	X	X			X	
Çepni ve Şahin (2012)	X		X	X	X	X			X	
Çepni ve diğ. (2012)		X	X		X		X			TDA,YG,Kİ
Demir ve Sezek (2009)	X							X		KA, AÇT
Demirci (2011)	X		X			X			X	
Dilber (2006)	X		X				X			
Feyzioğlu (2006)	X			X		X				
Güven (2011)	X				X					PTÖ
İpek ve Çalık (2008)		X								
Karslı ve Çalık (2012)										
Kolomuç (2009)	X			X		X				
Kurnaz ve Çalık (2008)										
Küçük (2011)	X			X		X				ÇM
Okur (2009)	X		X	X		X	X			
Özatlı ve Bahar (2010)	X							X		VD, Kİ
Özdilek (2006)	X						X	X		
Özmen, Demircioğlu ve Coll (2009)	X							X		Deney
Özyılmaz Akamca (2008)	X				X		X		X	
Smith (2007)				X				X		
Şahin ve Çepni (2012)	X		X	X		X				
Şahin ve diğ. (2012)	X			X		X	X			
Taş ve diğ. (2012)	X					X		X		
Taşdelen (2011)	X		X			X				
Trey ve Khan (2008)						X	X			
Türk ve Çalık (2008)		X	X	X				X		
Ural Keleş (2009)	X		X							Oyun, Drama
Ünal (2007)	X		X			X				
Ürey ve Çalık (2008)		X	X	X			X			
Yalçın ve Bayrakçeken (2010)	X			X		X	X			Deney
Yaman (2012)	X				X	X		X		
Yeziarski ve Birk (2006)				X		X				

Yöntem: D: Deneysel, T: Teorik

Kullanılan yöntem ve teknikler: A: Analoji, KK: Kavram Karikatürleri, DM: Düzeltici Metin, İÖ: İşbirlikli Öğrenme, TDA (Tanılayıcı Dallanmış Ağaç, YG: Yapılandırılmış Grid, Kİ: Kelime İlişkilendirme, KA: Kavram Ağı, AÇT: Anlam Çözümleme Tablosu, ÇM: Çürütücü Metin, VD: V Diyagramı, PTÖ: Proje Tabanlı Öğrenme

Bazı çalışmalarda ise farklı yöntem ve tekniklerle birlikte BDÖ materyalleri kullanılmıştır. BDÖ'nün kullanıldığı çalışmalarda çoğunlukla animasyonların (Chang ve diğ. 2001; Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çalık, Kolomuç ve Karagölge, 2010; Çepni ve diğ., 2010; Çepni ve Şahin, 2012; Demirci ve Özmen, 2012; Kolomuç, 2009, 2012; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009; Özmen, 2011a; Şahin ve Çepni, 2012; Şahin ve diğ., 2012; Yezierski ve Birk, 2006) ve simülasyonların (Adadan ve diğ., 2010; Meheut, 1997) kullanıldığı görülmektedir.

Farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanıldığı MTY ile ilgili çalışmalarda ise genellikle iki yöntem ya da tekniğin birlikte kullanıldığı görülmektedir. Örneğin Durmuş ve Bayraktar (2010) KDM ve deney yöntemini, Özmen (2011a) KDM ve animasyonları, Özdilek (2006) KH ve benzetim yöntemini kullanmıştır. Çalışma yaprakları ile birlikte Pierri ve diğ. (2008) mikrobilgisayar tabanlı laboratuvar yöntemini, Smith (2007) analogileri, Yezierski ve Birk (2006) animasyonları kullanmıştır. Kenan ve Özmen (2012) tarafından geliştirilen BDÖ materyalinde KDM, TGA, çalışma yaprağı, animasyon, simülasyon, analogi, kavram haritası, yapılandırılmış grid ve tanılayıcı dallanmış ağaç yöntem ve tekniklerini birlikte kullanmıştır.

2. 1. 5. Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ)

Farklı öğrenme yöntemleri ile öğretimi çeşitlendirmek için süreç içerisinde bilgisayarlardan yararlanılması "Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ)" olarak tanımlanmaktadır (Baki, 2002). BDÖ'nün öğrencilerin anlama düzeylerine, başarılarına, kavram öğrenmelerine, alternatif kavramaları gidermelerine, derse ve bilgisayara karşı tutumlarına olumlu etkisini ortaya koyan çok sayıda çalışmaya (Tablo 2, 3, 4 ve 9) literatürde rastlanmaktadır. Özellikle soyut kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasında BDÖ'nün olumlu katkılar sağladığı ifade edilmektedir (Geban ve diğ., 1992; Rodrigues, 1997). Fen öğretiminde BDÖ'nün etkili olma sebepleri ise (Yalın, 2003):

- Öğrenme sürecine çok sayıda duyu organını katması,
- Farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin, ihtiyaçlarına cevap vermesi,
- İlgi çekici olması ve hatırlamayı kolaylaştırması,
- Öğrenme süresini kısaltması,
- Deneyler için güvenilir bir ortam sağlaması,
- Farklı zamanlarda birbiri ile tutarlı içeriği sunarak tekrar tekrar kullanılabilmesi,
- Öğretim içeriğini kolaydan zora, basitten karmaşığa, somuttan soyuta doğru düzenlenerek daha kolay öğrenmeyi sağlaması, olarak belirtilmektedir. Bunun yanı sıra, bilgisayarların ve yazılımların işlerliğini ve etkisini kısa sürede kaybetmesi, öğrencilerin

sosyolojik ve psikolojik gelişimlerine olumsuz etkisi, okulların yetersiz alt yapısı ve bu yöntemi kullanacak olan öğretmenlerin bilgi ve deneyim eksiklikleri ile öğretim programlarına uygun nitelikli BDÖ yazılımlarının yeterli olmaması BDÖ'nün olumsuz yönleri arasında sayılmaktadır (Ünal, 2007).

Literatürdeki çalışmaların büyük çoğunluğunda geliştirilen ve uygulanan BDÖ materyallerinin kavram öğretimine, anlama düzeyine ve alternatif kavramaların giderilmesine olumlu etkide bulunduğu belirlenmiştir (Kolomuç, 2012; Özmen, 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Pierri ve diğ., 2008; Rezaei ve Katz, 2002; Sanger ve diğ., 2007; Snir ve diğ., 2003; Yezierski, 2003). Çalışmalarda genellikle BDÖ yöntemi ile geleneksel öğretim yöntemi karşılaştırılmıştır. Bazı çalışmalarda ise BDÖ ve geleneksel öğretim yönteminin yanı sıra laboratuvar yöntemi (Sarıçayır, 2007; Demirer, 2009) gibi üçüncü bir yöntemle de karşılaştırılmıştır. Çalışmalarda veri toplama aracı olarak başarı ve kavram testlerinin, ders ve bilgisayar tutum ölçeklerinin kullanıldığı görülmektedir. Bazı çalışmalarda ise (Gül, 2011; Kutluer, 2008) materyal (yazılım) değerlendirme formu kullanılmıştır. Literatürde BDÖ ile ilgili olarak meta analiz çalışmalarına da rastlanmaktadır (Chambers, 2002; Liao, 2007; Tekbıyık, Birinci Konur ve Pırasa, 2008; Yeşilyurt, 2011).

Literatürdeki bir çok çalışmada öğretim programlarına uygun, çeşitli ünite, konu ve kavramlarla ilgili yazılımlar geliştirilirken (Çepni, 2009; Kolomuç, 2009; Kutluer, 2008; Özmen, 2008; Russell ve Kozma, 1994; Sarıçayır, 2007; Stern, 2000; Stieff ve Wilensky, 2003; Ulusoy, 2011; Ünal, 2007; Woodfield ve diğ., 2004; Yaman, 2012) bazı çalışmalarda ise hazır yazılımların kullanıldığı (Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Güler ve Sağlam, 2002) görülmektedir. Yapılan çalışmalarda en çok animasyon (Chang ve diğ., 2010; Özmen, 2008; Sanger, Phelps ve Fienhold, 2000, Sanger ve diğ., 2007; Tasker ve Dalton, 2006; Wu, Krajcik ve Soloway, 2001; Yezierski ve Birk, 2006) ve daha sonra simülasyon yazılımların (Stern ve diğ., 2008; Stieff ve Wilensky, 2003; Tatlı ve Ayas, 2011) geliştirildiği ve kullanıldığı görülmektedir. Bu yazılımların geliştirilmesinde ise en çok Flash programının tercih edildiği (Özmen, 2008; Stieff ve Wilensky, 2003; Stern ve diğ., 2008) görülmektedir. Zira dinamik süreçlerin gösteriminde kullanılabilecek olan animasyonların hazırlanmasında en etkili programlardan birinin Flash programı olduğu belirtilmektedir (Vermaat, Kramers-Pals ve Schank, 2003).

2. 1. 5. 1. Bilgisayar Destekli Fen Öğretimi

Fen bilimlerinde, özellikle kimyada, makroskobik dünyada gerçekleşen olaylar moleküler boyutta gerçekleşen etkileşimlerle ve sembollerle açıklanır (Vermaat ve diğ., 2003). Çoğu öğrencinin gözlemleyemedikleri etkileşimleri, moleküler düzeydeki olay ve süreçleri, anlamakta güçlük çektikleri ve makroskobik olaylar ile moleküler düzeydeki

etkileşimler arasında doğru ilişkileri kuramadıkları bilinmektedir (Haidar ve Abraham, 1991; Novick ve Nussbaum, 1981; Tsai, 1999). Zira literatürde öğrencilerin mikroskopik ve sembolik düzeydeki olayları görselleştirmede ve zihinlerinde canlandırmada yeterince başarılı olamadıkları ifade edilmektedir (Ben-Zvi ve diğ., 1986; Gabel ve diğ., 1987; Kozma ve Russell, 1997). Bu olay ve süreçlerin resim veya çizimlerle modellenmesi anlaşılabilirliklerinde etkili olmaktadır (Noh ve Scharmann, 1997). Fakat mikro düzeydeki taneciklerin hareketli olması nedeniyle öğrencilerin moleküler düzeydeki kimyasal süreçleri veya taneciklerin hareketlerini görselleştirebilmelerinde ve zihinlerinde canlandırabilmelerinde bilgisayar ortamında hazırlanan animasyon ve simülasyonların resim, çizimlerin ve fiziksel modellere göre de daha başarılı ve etkili olduğu belirtilmektedir (Ronen ve Eliahu, 2000). Ayrıca günümüz bilgisayar teknolojisinin hareketli, sesli ve hatta etkileşimli yazılımlarla, animasyon ve simülasyon örnekleri ile özellikle fen kavramlarının öğretiminde çok daha etkili olduğu belirtilmektedir (Bunce ve Gabel, 2002; Ebenezer, 2001; Kelly ve Jones, 2007; Sanger ve Greenbowe, 2000; Sanger ve diğ., 2000; Snir ve diğ., 2003; Stieff ve Wilensky, 2003; Wu ve diğ., 2001; Yeziarski ve Birk, 2006).

Birçok çalışmada geliştirilen ve kullanılan yazılımların mikro düzeyde gerçekleşen olayları (Ardaç ve Akaygün, 2004; Doymuş, Şimşek ve Karaçöp, 2009; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Russell ve Kozma, 1994; Sanger, Phelps ve Fienhold, 2000; Sanger, Campbell, Fekler ve Spencer, 2007; Wu ve diğ., 2001) anlaması üzerine tasarlandığı, bunun yanı sıra makro (Ardıç ve Akaygün, 2004; Doymuş ve diğ., 2009; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Russell ve Kozma, 1994; Stieff ve Wilensky, 2003) ve sembolik seviyeleri (Doymuş ve diğ., 2009; Russell ve Kozma, 1994) birlikte ya da ayrı ayrı içerdiği görülmektedir.

Literatürde birçok çalışmada mikro, makro ve sembolik düzeydeki olayların anlaşılmasında animasyon ve simülasyonların etkili bir şekilde kullanıldığı görülmektedir (Ardaç ve Akaygün, 2004; Doymuş ve diğ., 2009; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Russell ve Kozma, 1994; Sanger ve diğ., 2000; Sanger ve diğ., 2007; Stieff ve Wilensky, 2003; Wu ve diğ., 2001). Örneğin Russell ve Kozma (1994) tarafından geliştirilen "4M:CHEM" isimli multimedya yazılımında, bilgisayar ekranı 4 pencereye bölünmüş ve bu pencerelerde deneylerin videolarına, moleküler seviyedeki animasyonlarına, sembolik gösterimlerine ve makroskopik özelliklerin grafiklerine yer verilmiştir. Bir başka çalışmada Wu ve diğ. (2001) öğrencilerin çeşitli kimya kavramlarını anlamalarının nasıl geliştiğini araştırmak için "e-kimya" bilgisayar yazılımını lise öğrencilerinin molekül modelleri inşa etmelerinde, çeşitli üç boyutlu modelleri görselleştirmelerinde, moleküler ve makroskopik sunumları karşılaştırmalarında rehber olarak kullanmıştır. Ardaç ve Akaygün (2004) kimyasal değişim konusunun moleküler, sembolik ve makroskopik düzeyde öğretiminde, moleküler

sunumları vurgulayan multimedya tabanlı öğretim gören öğrencilerin kimyasal maddelerin molekül yapılarını açıklamada ve moleküler seviyedeki maddeleri kavramada klasik öğretimle eğitim gören öğrencilere göre daha başarılı oldukları sonucuna varmıştır. Doymuş ve diğ. (2009) tarafından yapılan çalışmada ise maddenin hallerinin mikro, makro ve sembolik seviyede öğrenilmesine bilgisayar animasyonlarının etkisi araştırılmış ve öğrencilerin tanecik seviyesinde olmayan (makro ve sembolik seviyede) anlamaları bakımından animasyonların anlamlı bir farklılığa sebep olmadığı, sadece mikro seviyedeki anlamaları üzerine anlamlı bir farklılık oluşturdukları tespit edilmiştir.

Mikroskobik ve soyut özellikte bir kavram olması, moleküler düzeyde taneciklerin hareketli olması ve tanecikler arasındaki dinamik süreçleri içermesi nedeniyle MTY ile ilgili kavramlar bilgisayar destekli materyallerle kolaylıkla öğretilebilecek niteliktedir. Nitekim literatürde bilgisayar destekli materyallerin MTY'nin öğretimindeki etkisini belirlemeye yönelik çalışmalar vardır (Doymuş ve diğ., 2009; Karaduman, 2008; Özmen, 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Pierri ve diğ., 2008; Snir ve diğ., 2003). Yezierski (2003) maddenin halleri ve hal değişimleri ile ilgili yaptığı yaşlar arası çalışmada moleküler düzeydeki animasyonların farklı seviyelerden öğrencilerin MTY ile ilgili anlamaları ve alternatif kavramaları üzerine etkili olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde animasyonların (Sanger ve diğ., 2000; Tasker ve Dalton, 2006; Wu ve diğ., 2001) ve simülasyonların (Stieff ve Wilensky, 2003) taneciklerin davranışları ile ilgili kavramsal anlamaları artırmada etkili olduğu ortaya konmuştur. MTY ile ilgili diğer çalışmalarda Yezierski ve Birk (2006) animasyonların, Chang ve diğ. (2010) moleküler düzeydeki animasyonların, Stern ve diğ. (2008) ise dinamik simülasyon yazılımların öğrencilerin anlamaları üzerine etkisini araştırmıştır. Özmen (2011a) yaptığı çalışmada ise animasyonlarla desteklenmiş KDM'lerin 6. sınıf öğrencilerinin MTY ve hal değişimleri ile ilgili anlamaları üzerine etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Smith (2007), Meheut (1997), Pierri ve diğ. (2008) ve Adadan (2006) tarafından yapılan çalışmalarda BDÖ ile farklı yöntemlerin öğrencilerin MTY ile ilgili anlamalarına etkisi araştırılmıştır.

Fen öğretiminde kavramların daha iyi anlaşılmasında ve alternatif kavramaların giderilmesinde laboratuvar deneyleri ve etkinliklerinin kullanıldığı bilinmektedir (Özmen, Demircioğlu ve Coll, 2009; Durmuş ve Bayraktar, 2010). Ancak laboratuvar deneyleri bazı imkânsızlıklar nedeniyle yapılamayabilir. Ayrıca her zaman doğru sonuçlara ulaşılamayabileceği için ve farklı ve yeni güçlüklerle karşılaşılması için öğretmenlerin öğrencilere sürekli rehberlik etmesi gerekmektedir (McDermott, 1990). Ayrıca, öğrencilerdeki bazı alternatif kavramaların laboratuvarda konuyla ilgili doğrudan deneyimlerle bile değiştirilemeyecek kadar dirençli olduğu bilinmektedir (Papageorgiou ve diğ., 2008). Bilgisayar simülasyonları veya animasyonları öğrencilerin daha az rehberlik ve

yardıma ihtiyaç duyarak, çalışmak istedikleri konu üzerinde güvenli bir şekilde, zaman sıkıntısı olmadan tekrar tekrar çalışabilmesine ve daha fazla deneyim kazanabilmesine imkân tanır (McDermott, 1990; Ünal, 2007). Bu nedenle bilgisayarın laboratuvarında kullanılmasının öğrencilerin motivasyonunu artırması, öğrencinin yükünü azaltması, deneyi yapan kişiden kaynaklanan hataları ortadan kaldırması ve deneyin güvenilirliğini artırmasından dolayı animasyon ve simülasyonlar laboratuvar yazılımlarında sıklıkla kullanılmaktadır.

Stern (2000) bilgisayar destekli öğretime özellikle yazılım geliştirmede izlenecek yöntemler konusunda büyük faydalar sağlayan çalışmasında, ortaokul öğrencilerine yönelik fizik dersi için laboratuvar yazılımı (E-Lab-Book) geliştirmiştir. Ayrıca Woodfield ve diğ. (2004) öğrencilerin kavramsal düşünce gücünü arttırmak, yaratıcı öğrenme ortamı sağlamak ve laboratuvar deneylerinin ardındaki ilkeleri görmelerini sağlamak amacıyla yaptıkları çalışmada “Virtual Chemlab” olarak isimlendirilen karmaşık ve gerçekçi laboratuvar simülasyonları tasarlamışlardır. Tatlı (2011) çalışmasında, geliştirilen sanal kimya laboratuvarı yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğu ve yapılandırmacı bir öğrenme ortamı oluşmasına olumlu yönde etki yaptığı görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin, yazılım kapsamındaki deneyleri gerçeğe çok yakın doğrulukta sonuçlandırabildikleri, bu süreçte kendilerini güvende hissettikleri, yaptıkları deney ile günlük hayat arasındaki ilişkiyi kurabildikleri, üzerinde çalıştıkları deneyin makroskobik, moleküler ve sembolik boyutlarını inceleme imkânı buldukları belirlenmiştir. Pierri ve diğ. (2008) tarafından yapılan mikrobilgisayar tabanlı laboratuvar yöntemi kullanılarak öğrencilerin saf maddelerin hal değişimi olayını anlamalarının belirlenmesi ile ilgili çalışmada deneylerden sonra öğrencilerin anlamalarında anlamlı farklılık meydana geldiği belirlenmiştir.

2. 1. 5. 2. Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı BDÖ

Yapılandırmacı yaklaşımda teknoloji kullanımının, problemleri tanımlama, problemleri çözme ve uygun çözümler üretmeyi içeren yüksek düzeyli düşünme yeteneklerini geliştirmede etkili olduğu belirtilmektedir (Özmen, 2004). Öğrencilerin, bilgilerini kendisinin yapılandığı yapılandırmacı yaklaşım ilkeleri ile kendi öğrenmelerini kendilerinin gerçekleştirmesine olanak sağlayan bilgisayar destekli öğretimin birleştirilmesi, “Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı BDÖ Yöntemi” olarak tanımlanabilir (Hançer, 2005).

Öğrencilerde anlamlı öğrenmelerin sağlanmasında, anlamakta güçlük çektikleri kavramların öğretiminde, onların görsel ve düşünsel yapılarını harekete geçirebilecek BDÖ destekli öğretim etkinliklerinin geliştirilmesi ve kullanılmasının olumlu etkilerine

rağmen, yapılan araştırmalar çeşitli firmalarca hazırlanmış yazılımların birçok açıdan yetersiz olduğunu ifade etmektedir (Altın, 2001; Altun, Uysal ve Ünal, 1999; Kabapınar, Özdener ve Salman, 2000; Karataş, 2003). Bu yazılımların eğitimciler veya eğitimcilerin de içinde olduğu bir komisyon tarafından değil de bilgisayar uzmanları tarafından hazırlanmaları, özellikle eğitsel yönden yetersiz olmalarına neden olmaktadır (Ünal, 2007). Yapılan birçok materyal geliştirme çalışmalarında herhangi bir felsefe ya da öğrenme kuramının temel alındığı açıkça belirtilmediği (Çalık, 2006), fakat bir öğrenme kuramını ya da felsefeyi esas alan çalışmalarda daha arzu edilir sonuçların elde edileceği ifade edilmektedir (Kurt ve Akdeniz, 2002; Niaz, 2001). Bu nedenle son yıllarda yapılan araştırmalarda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BDÖ materyali geliştirme ve etkililiğinin araştırılması çalışmaları hız kazanmıştır. Aşağıda, yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BDÖ ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Yapılandırmacı Yaklaşımı Esas Alan BDÖ İle İlgili Çalışmalar

Yazarlar	Amaç	Yazılım	Sonuç
Dönmez Usta (2011)	Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik 4E'ye dayalı BDÖ materyali geliştirilmesi ve tutum, kavramsal anlama ve başarıları üzerine etkililiği araştırılması.	Çekirdek kimyası ünitesine yönelik 4E'ye dayalı materyal.	BDÖ materyalinin öğrencilerin tutum, kavramsal anlama ve başarıları üzerine olumlu etkide bulunduğu belirlenmiştir.
Feyzioğlu (2006)	Kimyasal Bağlarla ilgili 7E modeline uygun çalışma yaprakları ve bilgisayar yazılımının geliştirilmesi, bilgisayar destekli işbirlikli öğrenme (BDİÖ) ve (BDÖ) ortamında öğrenci tutum, başarı ve alternatif kavramaların giderilmesine etkisinin belirlenmesi.	İçeriği 7E modeline uyarlanmış "Aktif Kimya" adı verilen bilgisayar yazılımı kullanılmıştır. İçerikte animasyonlar, benzeşimler, açıklayıcı metinler, alıştırmaya yapma, problem çözme, tahminde bulunma gibi uygulamalar yer almaktadır.	BDİÖ hem de BDÖ ile çalışan öğrencilerin kimya dersindeki başarıları, tutumları ve kavramsal değişimleri olumlu yönde etkilenmiş olup, BDİÖ lehine artının daha fazla olduğu belirlenmiştir.
Rezaei ve Katz (2002)	Fizik dersine yönelik olarak geliştirilen iki farklı yazılım karşılaştırılması amaçlanmıştır.	Yazılımlardan biri etkileşimli bilgisayar destekli öğretime dayalı yeni model (inventive model), diğeri ise radikal yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkileşimli (interactive) BDÖ temel alınarak hazırlanmıştır.	Kavramsal değişimi sağlamada etkileşimli bilgisayar destekli modelinin (inventive modelin), temel bilgi öğreniminde ise radikal yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkileşimli (interactive) modelin diğer yöntemlere göre daha etkili olduğunu göstermiştir.
Gül (2011)	Taşıma ve dolaşım sistemi ünitesiyle ilgili 5E modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve alternatif kavramalarının giderilmesine etkisini belirlemek.	Yazılım resim, simülasyon, animasyon, çeşitli tipte sorular vb. kullanılarak hazırlanan hedefler, konular, etkinlik, laboratuvar, kavram haritası, biliyor musunuz? sözlük, yardım ve kaynaklar adı altında 9 alt bölümden oluşmaktadır.	Materyalin kavram yanılgılarının giderilmesi, başarılarının artırılması ve tutuma önemli ölçüde katkı sağladığı bulunmuştur.
Hançer (2005)	Bilgisayar destekli öğrenmenin 5E modeline göre uyarlanması ile geliştirilen "yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenme" yönteminin öğrenme ürünlerine etkisinin incelenmesi.	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri A.Ş. Tarafından hazırlanan "Hareket, Kuvvet ve Enerji" CD'si, Hürriyet Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş. Tarafından oluşturulan "Fen Deneyleri" CD'leri ve konuyla ilgili internet ortamından elde edilen simülasyonlar.	Yöntemin öğrencilerin başarı düzeyini ve kalıcılığı artırdığı, problem çözme becerilerini geliştirdiği ve bilgisayara yönelik tutumlarını yükselttiği belirlenmiştir.

Karaca (2010)	Yapısalcı yaklaşıma dayalı BDÖ materyalinin geliştirilmesi ve bu materyalin öğrencilerin grafik çizme ve yorumlama becerisine etkisini incelemek.	Materyalde metin, grafik ve ses öğeleri kullanılarak İnteraktif etkinliklere, konu anlatımlarına, animasyon ve simülasyonlara yer verilmiştir.	Yapısalcı yaklaşıma dayalı BDÖ yönteminin, öğrencilerin grafik becerileri yapısalcı öğretimin 5E modeline göre daha etkili olduğu görülmüştür.
Saka ve Akdeniz (2006)	Geliştirilen bilgisayar Destekli Öğretim Materyalinin 5E modelinin açıklama aşamasında kullanılmasının başarıya etkisinin belirlenmek.	Kromozom-DNA-gen kavramları, genetik çaprazlama ve klonlama konuları ile ilgili animasyon ve simülasyonlardan oluşan flash programında geliştirilen animasyon ve simülasyonlar.	Bütünleştirici öğrenme ortamında BDÖM'ün kullanılmasının genetik kavramlarının öğretiminde başarıyı arttıran bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.
Kolomuç (2009)	“Kimyasal Reaksiyonların Hızları” ünitesindeki alternatif kavramlarını ve 5E modeli doğrultusunda animasyon destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisini belirlemek.	Öğrencilerin istedikleri yerde durdurulabilmelerine, bazı detayları daha yakından ve ayrıntılı görebilmelerine imkân verecek şekilde tasarlanmış animasyonlardan oluşan BDÖ materyali.	Deney grubu lehine anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Alternatif kavramları değiştirmede, yeni bilgiler kazandırmada ve kalıcılığı sağlamada etkili olmuştur.
Kolomuç (2012)	Çözeltilerle ilgili öğrencilerin alternatif kavramlarının belirlenmesi ve 5E'ye göre uygulanan animasyon ve çalışma yapraklarının başarı üzerine etkisini belirlemek.	Bazıları araştırmacı tarafından Flash CS3 programı kullanılarak hazırlanan, bazıları da internetten alınan, çözeltilerin öğretiminde ve alternatif kavramların giderilmesinde kullanılan animasyonlar.	Çalışma yaprakları ile birlikte kullanılan animasyonların öğrencilerin anlamaları ve alternatif kavramlarının giderilmesi üzerine etkili olduğu belirlenmiştir.
Pektaş (2008)	Yapılandırmacı (5E) ve bilgisayar destekli öğretim yaklaşımını geleneksel öğretim yöntemleriyle karşılaştırarak, öğretmen adaylarının boşaltım ve sindirim sistemi konularında başarı ve tutumlarına etkisini ortaya çıkarmak.	Araştırmacı tarafından “ToolBook” adlı öğretim yazılımıyla hazırlanan ve içeriğinde konu anlatımı ve alıştırmaya soruları yer alan BDÖ materyali hazırlanmıştır. Konu anlatımları seslendirilmiş, resim ve animasyonlarla desteklenmiştir.	Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BDÖ ile ders isleyen deney grubu öğrencileri lehine ortalamaları arasında anlamlı farklılık bulunurken, tutumda anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.
Tatlı (2011)	Kimyasal değişimler ünitesi kapsamındaki deneyleri konu alan, yapılandırmacı öğrenme kuramı ve Tahmin-Gözlem-Açıklama stratejisini temel alan etkileşimli bir sanal kimya laboratuvarı (SKL) geliştirmek, uygulamak ve değerlendirmek.	Ses, resim, müzik, canlandırma ve animasyon öğelerinden oluşan SKL yazılımı “Deneyler”, “Laboratuvarda Güvenlik”, “Sanal sözlük”, “Sanal TV”, “Laboratuvar araç-gereçleri”, “Yardım” ve “Hakkında” bölümlerinden oluşmaktadır. SKL ortamının modellenmesi 3D Max programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yazılımın bir bütün haline gelmesi için Macromedia Flash programı kullanılmıştır.	Yazılımının etkili olduğu ve yapılandırmacı bir öğrenme ortamı oluşmasına olumlu yönde etki yaptığı öğrencilerin deneyleri gerçeğe çok yakın doğrulukta sonuçlandırabildikleri, yaptıkları deney ile günlük hayat arasındaki ilişkiyi kurabildikleri, deneyin makroskobik, moleküler ve sembolik boyutlarını inceleme imkânı buldukları belirlenmiştir.

Tablo 4'te görüldüğü gibi son yıllardaki çalışmalara bakıldığında yapılandırmacı yaklaşımın BDÖ ile desteklendiği ve çoğunlukla 5E modelinin tercih edildiği görülmektedir (Gül, 2011; Hançer, 2005; Kolomuç, 2009; Pektaş, 2008). Bazı çalışmalarda BDÖ materyali yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak geliştirilirken (Dönmez Usta, 2011; Gül, 2011; Feyzioğlu, 2006; Karaca, 2010; Rezaei ve Katz, 2002; Tatlı, 2011), bazı çalışmalarda ise geliştirilen BDÖ materyalin sınıf ortamında yapılandırmacı yaklaşıma göre uygulandığı (Kolomuç, 2009; Hançer, 2005; Pektaş, 2008) görülmektedir. Hangi şekilde ve hangi modele göre olursa olsun yapılandırmacı yaklaşıma uygun BDÖ'nün öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesi, kavramsal değişimin sağlanması, başarılarının artırılması, kalıcılığın sağlanması ve tutumlarının olumlu yönde geliştirilmesinde önemli ölçüde katkı sağladığı görülmektedir.

2. 1. 6. BDÖ Materyallerinin Tasarımı

Öğretimin etkililiğini artırabilmek amacıyla, öğrenme kuramları ve öğretim teknolojilerinden yararlanılarak, öğrenme olgusu ile ilgili öğelerin sistematik olarak geliştirilmesi süreci öğretim tasarımı olarak ifade edilmektedir. Bu süreç; geliştirme, uygulama ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır (Yiğit, 2009).

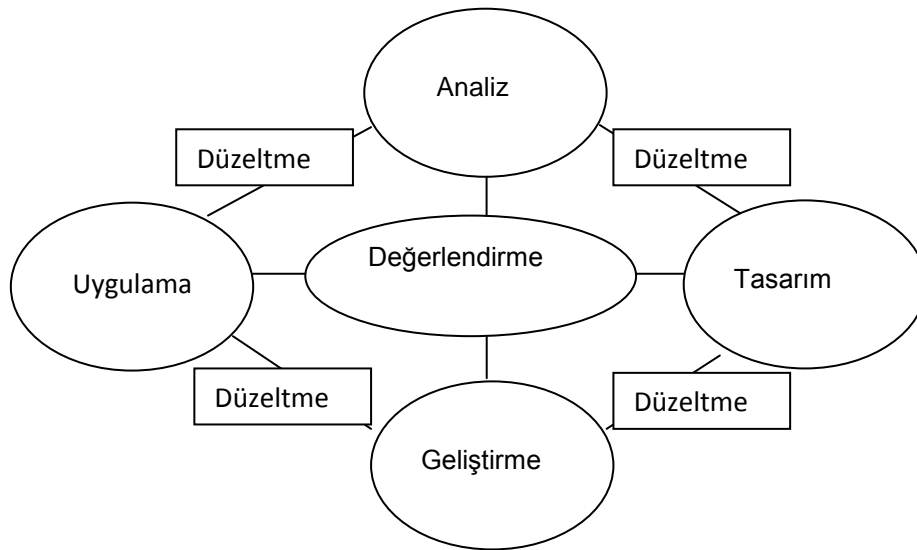
Literatürde çeşitli öğretim tasarımı modelleri mevcuttur. Bu modeller çekirdek modeller, doğrusal modeller, esnek modeller, etkileşimli modeller, sezgisel modeller ve bileşik modeller olmak üzere altı başlık altında toplanabilir. Çekirdek modeller öğretim tasarımının çağdaş tanımlarından esinlenen ve öğretim tasarımını kapsamlı bir süreç olarak ele alan ve en yaygın kullanılan modellerdir. Çekirdek modellerin esnek ve serbest uygulamaları yapılandırmacı yaklaşıma dayanmaktadır. Çekirdek modellerin en bilineni ADDIE öğretim tasarımı modelidir. ADDIE modelinin değişik bir biçimi ise Holland Süreç Modeli (1996) adıyla ve DADDIAE kısaltmasıyla önerilmiştir. Ayrıca Briggs (1977) modeli de bu kategorideki modellerin öncüleri arasındadır. Doğrusal modeller ise süreçte bulunan tüm aşamaların ardışık bir sıra izlediği modellerdir. En bilinen örneği Dick ve Carey (1985) tarafından geliştirilen modeldir. Esnek modellerde ise en uygun başlangıç noktasının belirlenerek sonraki işlemlerde sistematik bir yol izlenmesi savunulmaktadır. En iyi bilineni Kemp, Morrison ve Ross (1994) modelidir. Etkileşimli modeller ise genellikle doğrusal ya da döngüsel bir yol izlemezler. En tipik örneğini Amerikan Hava Kuvvetleri Modeli oluşturur. Sezgisel modeller ise mekanik sayılabilecek yaklaşımlardan kaçınılmasını ve yaratıcılığa önem verilmesi gerektiğini savunan modellerdir. Tripp ve Bichelmeyer'in (1990) Hızlı Prototipleme Modeli, sezgisel modellere örnek olarak verilebilir. Seels ve Glasgow (1990) tarafından önerilen bileşik modeller ise çekirdek modellerden ve etkileşimli modellerden

yola çıkılarak geliştirilmiştir (Şimşek, 2013). Bütün bu modeller, öğretim tasarımı sürecine farklı açılardan yaklaşımlarına rağmen, öğrenci özelliklerini göz önünde bulundurma, içerik düzenleme, öğretim stratejileri ve değerlendirme şeklindeki dört ortak noktada birleşmektedirler (Özdilek, 2006).

Bu çalışmada BDÖ materyalinin tasarımında, alanda en çok kullanılan model olan çekirdek modellerden ADDIE modeli kullanıldığı için, aşağıda bu model detaylı olarak ele alınıp açıklanmış ve literatürde bu model dikkate alınarak yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

2. 1. 6. 1. ADDIE Öğretim Tasarımı Modeli

ADDIE (Analysis-Design-Development-Implementation-Evaluation) modeli tüm öğretim tasarımı modellerinin bileşenlerini içermesine rağmen oldukça basit bir modeldir. Şekil 1’de görüldüğü gibi ADDIE modelinin analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme olmak üzere beş basamağı bulunmaktadır (Şimşek, 2013).



Şekil 1. ADDIE öğretim tasarımı modeli (Şimşek, 2013).

BDÖ materyalinin mevcut ihtiyaçları karşılayabilmesi, eğitim amaçlarına uygun ve bir bütünlük içinde tasarlanması için ADDIE öğretim ortamı tasarlama modelinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu modelin tercih edilmesinin nedeni, her tür öğrenim için geçerli olabilecek temel bir model olması (Arkün, 2007) ve öğretim ortamı tasarımı için oldukça etkili, başarılı ve kullanışlı bir model olmasıdır (Berigel, 2007). Ayrıca öğretim tasarımcılarına süreçte kolay takip edilebilir bir yapı sunmakta ve özellikle e-öğrenme

yazılımlarının tasarım sürecinde kullanışlı bir model olarak öne çıkmaktadır (Doğan ve diğ., 2011)

Literatürde ADDIE modeli kullanılarak tasarlanmış bir çok materyal mevcuttur (Arkün, 2007; Berigel, 2007; Çınar, 2007; Karaca, 2010; Özdilek, 2006; Tatlı ve Ayas, 2011). Tatlı ve Ayas (2011) kimyasal değişimlerle ilgili deneyleri konu alan etkileşimli sanal kimya laboratuvarının geliştirilmesinde ADDIE modelini kullanmışlardır. Bu kapsamda sırasıyla kimya öğretmenlerinin ihtiyaçları belirlenmiş, sanal laboratuvarlar ve bilgisayar destekli kimya deneylerine ilişkin kaynaklar taranmış, içerik analizi yapılmış, deney senaryoları oluşturulmuş, yazılım geliştirilmiş, pilot çalışması yapılmış, kimya ve bilgisayar destekli eğitim alan uzmanlarının görüşleri alınmıştır. Karaca (2010) yaptığı çalışmada BDÖ materyalinin tasarımında ADDIE modelini kullanmıştır. Çınar (2007) ve Özdilek (2006) ise öğretim tasarımının geliştirilmesinde diğer modellerin yanı sıra ADDIE modelinden yararlanmışlardır. ADDIE modeli beş basamaktan oluşmaktadır. Bu basamaklar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2. 1. 6. 1. 1. Analiz Süreci

Sorunlardan hareketle eğitim gereksinimlerinin belirlendiği, öğrenci özelliklerinin çözümlendiği, koşulların açıklığa kavuşturulduğu ve önceliklerden hareketle eğitim hedeflerinin saptandığı basamaktır (Tatlı ve Ayas, 2011). Bu nedenle analiz süreci, diğer basamaklarda gerçekleştirilecek uygulamaların temelini oluşturur. Bu aşamada, problem tanımlanır ve çözüm yolları belirlenir. Problemin çözümü için ihtiyaç analizi, öğrenci analizi ve görev analizleri yapılır, problemin kaynağı tanımlanır ve sınırlılıklar belirlenir. Sistem analiz edilerek problem için olası çözümler üretilir. Düşünülen çözüm için ideal bir ortam seçilir ve hazırlanacak olan öğretim materyalinin amaçları belirlenir. Bu aşamada belirlenen amaçlar, tasarım aşamasında ön bilgi olarak kullanılır (Berigel, 2007).

2. 1. 6. 1. 2. Tasarım Süreci

Öğretim amaçlarının yazıldığı, içeriğin seçimi ve düzenlemesinin yapıldığı, öğretme-öğrenme süreçlerinde kullanılacak stratejilerin geliştirildiği ve ulaşılan çıktıları ölçmeye dönük araçların oluşturulduğu aşamadır (Tatlı ve Ayas, 2011). Bu nedenle tasarım aşaması nasıl öğrenileceğinin belirlenmesi sürecidir. Analiz sürecinde elde edilen verilere dayanarak problemin çözümüne yönelik bir taslak oluşturulur. Yapılan analizlere uygun olarak, yazılımda kullanılacak öğeler, neyin nasıl öğretileceği detaylı bir şekilde ortaya koyularak taslak hazırlanır. Tasarım bileşenleri ya da etkinlikler tasarlanırken, seçilen ortamın doğası dikkate alınır (Arkün, 2007).

2. 1. 6. 1. 3. Geliştirme Süreci

Tasarlanan öğretim materyali bu basamakta oluşturulur. Daha çok eğitimci kılavuzları, katılımcı materyalleri, destekleyici ortamlar, kullanım gereçleri vb. öğretme-öğrenme süreçlerinde yararlanılacak olan materyaller üretilmektedir (Tatlı ve Ayas, 2011). Materyalin içerisinde yer alacak bütün öğeler, çoklu ortam bileşenleri, yazılımın ara yüzü ile birleştirilerek materyal geliştirilir. Geliştirilen materyal, çoğunlukla düzeltmeye dönük bir değerlendirme yapılarak, bu sonuçlara göre yeniden düzenlenir. Analiz ve tasarım aşamasında hazırlanmış detaylı plan, işleme konularak öğrenme ortamının bütün bileşenleri geliştirilerek ortam teste hazır hale getirilir (Berigel, 2007).

2. 1. 6. 1. 4. Uygulama Süreci

Bu aşamada tasarımı yapılan öğretim sisteminin uygulamasını etkileyecek değişkenler üzerinde çalışılır ve gerekli hazırlıklar yapılır (Tatlı ve Ayas, 2011). Tasarlanan öğretim materyalinin etkili ve verimli bir şekilde kullanılabilmesi için sınıf, laboratuvar, internet ya da bilgisayar tabanlı olması fark etmeksizin, gerçek öğrenenlerle, tam olarak uygulamaya konmasıdır. Materyalin yapılış amacından öğrenciler haberdar edilmeli, öğrenciye destek olunarak, bilgiyi transfer edebildiklerinden emin olunmalıdır. Yapılacak uygulamanın nasıl olacağına dair daha önceden planlaması, çıkacak olası sorunları önleyip, uygulamayı kolaylaştıracak, öğretimi daha etkili ve verimli kılacaktır (Arkün, 2007, Şimşek, 2013).

2. 1. 6. 1. 5. Değerlendirme Süreci

Bu aşamada materyalin etkililiği ve verimliliği ölçülür. Bu değerlendirme, tasarım sürecinin her aşamasında tekrar tekrar yapılarak yazılımın eksiklikleri ortaya koyulur. Bu tür bir değerlendirme tasarım sürecinin genel olarak niteliğinin ölçülmesine yarar. Değerlendirme, biçimlendirici ve düzey belirleyici değerlendirmeler şeklinde yapılır. Biçimlendirici değerlendirme, materyal tasarımının her aşamasında yapılır ve en iyi ürün elde edilinceye kadar devam edilir. Düzey belirleyici değerlendirme, materyale en son şekli verilip öğrenciler üzerinde uygulamadan sonra yapılan değerlendirmedir. Yapılan bu değerlendirme ile materyalin, niteliği ve kalitesi ortaya koyulur. Materyal hakkında bir sonuca ulaşılarak, kullanılabileceği şartlar belirlenir (Berigel, 2007; Karaca, 2010).

2. 1. 7. Maddenin Tanecikli Yapısı (MTY) ile İlgili Çalışmalar

Maddenin tanecikli yapısı kavramı günlük hayattan pek çok olayın açıklanmasında kullanılan mikroskobik ve soyut özellikte bir kavramdır. Fen bilimlerinin ve kimyanın en temel kavramlarından birisi olan bu kavramın etkin bir şekilde anlaşılması kimyadaki diğer pek çok kavramın anlaşılmasında da önemli bir yer tutmaktadır (de Vos ve Verdonk, 1996; Haidar ve Abraham, 1991; Nakhleh, 1992). Yapılan çalışmalar “*madde aralarında boşluk olan ve hareketli halde olan taneciklerden meydana gelir*” şeklinde ifade edilen (Özmen ve diğ., 2002) bilimsel model ve ilişkili kavramlarla ilgili her seviyeden öğrencinin anlama güçlüğüne ve alternatif kavramalara sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Boz ve Boz, 2008; Harrison ve Treagust, 2002; Kenan, 2005; Kenan, Özmen ve Güney, 2007; Özmen ve Kenan, 2007; Tsai, 1999). İlgili literatürde son otuz yılda yapılan çalışmalar incelendiğinde MTY, maddenin halleri, katı, sıvı ve gazların özellikleri ve hal değişimleri üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca bu çalışmalarda öğrencilerin, günlük hayattan olaylarla, maddeyi, özelliklerini, dönüşümleri nasıl anladıkları ve tanecikler düzeyinde nasıl yorumladıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Özmen (2013) bu çalışmaları literatür taraması şeklinde ele alıp incelemiş ve değerlendirmiştir.

2. 1. 7. 1. MTY ile İlgili Anlamaların Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar

Yapılan çalışmalarda, ilkökul seviyesinden üniversite seviyesine kadar (3-4 yaştan, 18-19 yaşa kadar) her seviyeden öğrencide MTY ile ilgili anlama güçlüğü ve alternatif kavramalar olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmalarda ilköğretim (Johnson, 1998a; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Novick ve Nussbaum, 1981; Kenan, 2005; Özmen ve Kenan, 2007; Özmen, 2011b), lise (Adadan ve diğ., 2010; Ayas ve Özmen, 2002; Özmen ve Demircioğlu, 2003), hatta öğretmen adaylarının (de Jong, van Driel ve Verloop, 2005; Kokkotas ve diğ., 1998; Miller, 2008; Özmen ve diğ., 2002; Valanides, 2000) MTY ile ilgili anlama güçlüğü çektiği ve/veya alternatif kavramalara sahip olduğu belirlenmiştir.

İlk yapılan çalışmalardan Novick ve Nussbaum (1981) farklı seviyelerden öğrencilerin MTY ile ilgili anlamalarını, Sere (1986), Shepherd ve Renner (1982) ve Stavy ve Stachel (1985) öğrencilerin maddenin halleri ile ilgili anlamalarını, Osborne ve Cosgrove (1983) ise suyun hal değişimi ile ilgili öğrenci görüşlerini araştırmıştır. Bazı araştırmalar aynı seviyedeki öğrenciler üzerinde yürütülürken (Ayas, 1995; Griffiths ve Preston, 1992; Lee ve diğ., 1993; Sere, 1986) bazıları ise farklı yaş grubundaki öğrencilerin kavramsal anlamalarını karşılaştırabilmek için yaşlar arası (cross-age) yürütülmüştür (Abraham ve diğ., 1994; Bar ve Travis, 1991; Boz, 2006; Kenan, 2005; Krnel, Glazar ve Watson, 2003; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Novick ve

Nussbaum, 1981; Özmen ve Kenan, 2007; Stavy, 1990; Yeziarski, 2003). Yaşlar arası karşılaştırmanın yanı sıra yıldan yıla öğrencilerin zihinsel gelişimine bağlı olarak madde ve tanecikli yapı ilgili kavramsal anlamalarında meydana gelen değişimleri araştıran çalışmalar da bulunmaktadır (Adbo ve Taber, 2009; Eskilsson ve Hellden, 2003; Holgersson ve Löfgren, 2004; Johnson, 1998a, 1998b, 1998c; Löfgren ve Hellden, 2008; Margel ve diğ., 2008; Miller, 2008; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam, 2005). Ayrıca ülkeler arası karşılaştırma yapan (cross-national) çalışmalara da (Onwu ve Randall, 2006; Rahayu ve Kita, 2010; Treagust ve diğ., 2010) rastlanmaktadır.

Yapılan çalışmalar, öğrencilerin en çok maddenin farklı hallerinde, hal değişimlerinde, fiziksel ve kimyasal değişimlerde taneciklerin özelliklerindeki değişimleri anlamakta zorluk çektiğini (Boz ve Boz, 2008; de Vos ve Verdonk, 1996; Harrison ve Treagust, 1996, 2002; Tsai, 1999) ortaya koymaktadır. Ayrıca araştırmalar öğrencilerin maddenin tanecikli ve boşluklu yapısı fikrini günlük hayattan olayların açıklanmasında yeterince kullanamadıklarını ve çeşitli alternatif kavramalara sahip olduklarını göstermektedir (Haidar ve Abraham, 1991; Novick ve Nussbaum, 1981; Tsai, 1999). MTY ile ilgili öğrencilerin anlama düzeyi ve alternatif kavramalarının belirlenmesine yönelik son yıllarda yapılan çalışmalar Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. MTY İle İlgili Öğrencilerin Anlamaları Hakkındaki Çalışmalar

Yazar	Amaç	Örneklem	Veri Araçları	Sonuç
Valanides (2000)	Maddenin makroskobik ve mikroskobik özelliklerindeki değişimlerle ilgili anlamaları belirlemek.	20 öğretmen adayı	Mülakat	Maddenin makroskobik ve mikroskobik özelliklerini ve değişimleri anlama gücünün çekiği, moleküllerin, genişleyeceği, büzüleceği, eriyeceği gibi alternatif kavramalara sahip olduğu belirlenmiştir.
Ayas ve Özmen (2002)	Lise 1 ve lise 2. sınıf öğrencilerinin MTY kavramını anlamalarını belirlemek ve karşılaştırmak	150 lise 1 ve 100 lise 2. sınıf öğrencisi	Açık uçlu sorular ve çizimler	Öğrencilerin MTY kavramını anlama seviyelerinin oldukça düşük olduğu ve yüksek oranda alternatif kavramalara sahip oldukları, lise 2 öğrencilerinin anlama seviyesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
Eskilsson ve Hellden (2003)	Maddenin dönüşümünü içeren günlük hayattan olaylar hakkında öğrencilerin kendi zihinsel modelleri nasıl kullandıklarını belirlemek.	40 öğrenci (10-11 yaş arası)	Mülakat	Öğrencilerin açıklamalarında fen bilgilerini kullandıkları, hemen hemen tüm öğrencilerin kendi zihinsel modellerini geliştirdikleri belirlenmiştir.
Kenan (2005)	İlköğretimin farklı seviyelerindeki öğrencilerin MTY kavramını anlama düzeylerinin ve alternatif kavramalarını belirlemek.	Toplam 420 öğrenci (145 4. Sınıf, 125, 5. Sınıf ve 150 7. Sınıf öğrencisi)	Çoktan seçmeli, kısa cevaplı, açık uçlu sorular, Çizim, mülakat	MTY ile ilgili öğrencilerin alternatif kavramalara sahip olduğu, mikroskobik ve makroskobik özelliklerle ilgili anlamalarının zayıf olduğu, bu özellikleri günlük hayattan olayların açıklanmasında yeterince kullanamadıkları ve anlama düzeylerinin öğrenim seviyesiyle birlikte arttığı tespit edilmiştir.
Onwu ve Randall (2006)	Öğrencilerin kimyadaki submikroskobik süreçleri ve makroskobik olayları açıklamada tanecik modelini nasıl kullandıklarını belirlemek.	333 öğrenci (Nijerya, Japonya ve Güney Afrika'dan)	Çoktan seçmeli sorular	Her üç ülkeden öğrencilerin submikroskobik modelleri ve makroskobik olaylar arasındaki ilişkiyi anlamakta güçlük çektikleri ve alternatif kavramalara sahip oldukları görülmüştür.
Özmen ve Kenan (2007)	İlköğretim 4,5 ve 6. Sınıf öğrencilerinin MTY kavramı ile ilgili anlamalarını belirlemek.	411 ilköğretim 4., 5. ve 6. Sınıf öğrencisi	36 kısa cevap gerektiren maddeden oluşan bir test	Her üç seviyedeki öğrencilerin taneciklerin hareketi, şekli, sayısı ve tanecikler arası boşluklarda meydana gelen değişimlerle ilgili anlama düzeylerinin düşük olduğu ve alternatif kavramalara sahip oldukları görülmüştür.

Boz ve Boz (2008)	Aday öğretmenlerin, MTY'nin tanıtımı ile ilgili pedagojik alan bilgisinin bir bileşeni olarak, öğretim stratejileri hakkındaki bilgilerini ve bilginin kaynağını belirlemek.	22 Kimya öğretmen adayı	Vinyetler, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve ders planları	Öğretmen adaylarının, öğretim tekniği olarak somut objeler, bilgisayar animasyonları ve açıklayıcı öğretim tekniklerini tercih ettikleri ve MTY'nin tanıtımında etkili temel faktörün seçilen öğretim stratejisi olduğu belirlenmiştir.
Miller (2008)	Öğretmen adaylarının MTY kavramını anlamalarını belirlemek.	68 öğretmen adayı	Açık uçlu, çoktan seçmeli, mülakat, anket	Çalışmada kavramsal değişimi sağlamak için yürütülen üç yıllık öğretim süreci içerisinde öğrencilerin kavramsal değişimleri ortaya konulmuştur.
Othman, Treagust ve Chandrasegaran (2008)	Öğrencilerin MTY ve Kimyasal bağlar kavramlarını ve bu iki kavram arasındaki ilişkiyi anlamalarını belirlemek.	260 öğrenci (9 ve 10. Sınıf)	İki aşamalı çoktan seçmeli test	Öğrencilerin her iki kavramla ilgili çeşitli alternatif kavramlara sahip olduğu, MTY ile ilgili anlamalarının düşük olmasının kimyasal bağları anlamalarını etkilediği tespit edilmiştir.
Bouwma-Gearhart ve diğ. (2009)	Modelleme tabanlı MTY ünitesine katılan öğrencilerin gerçek dünya ile ilgili atomik ve moleküler seviyedeki açıklamalarını değerlendirmek.	11 yükseköğretim öğrencisi	Mülakat	Öğrencilerin tamamının katılar için kabul edilebilir modeller ortaya koyduğu fakat ısıtma sonucu meydana gelen değişimlerde problemler yaşadığı (örneğin ısıtılmış katılar için gaz gibi gösterimler) ortaya konmuştur.
Ayas, Özmen ve Çalık (2010)	Lise ve üniversite öğrencilerinin MTY ile ilgili kavramlarını belirlemek ve karşılaştırmak.	166 öğrenci (lise 1, 2, 3 ve üniversite 1 ve 2. Sınıf)	Açık uçlu sorular ve çizimler	Eğitim seviyesinin artmasıyla (üniversite 1. sınıf hariç) kabul edilebilir cevap veren öğrenci sayısının da arttığı, alternatif kavramların azaldığı belirlenmiştir.
Treagust ve diğ. (2010)	Kinetik tanecik teorisi ile ilgili maddenin halleri hal değişimleri ve difüzyon kavramları ile ilgili farklı ülkelerden öğrencilerin anlamalarını değerlendirilmek.	148 yükseköğretim öğrencisi (Bruney, Avusturalya, Hong Kong, Singapur)	Çoktan seçmeli test	Katı, sıvı ve gazlarda moleküller arası boşluklar, hal değişimi ve moleküller arası kuvvetler, sıvı ve gazların difüzyonu ile ilgili öğrencilerin tanecikler düzeyinde sınırlı anlama gösterdikleri ve çok azının yaptıkları açıklamalarda tutarlı bir anlayış sergiledikleri görülmüştür.
Özmen (2011b)	4, 5 ve 6. Sınıf öğrencilerinin günlük olaylar hakkında MTY ile ilgili kavramlarını belirlemek.	Her bir sınıf seviyesinden 4 öğrenci, toplam 12 öğrenci	Mülakat	Öğrencilerin maddenin farklı hallerinde taneciklerin dizilişi, sayısı, büyüklüğü, hareketi ve tanecikler arası boşluklarla ilgili anlamalarının düşük olduğu ve alternatif kavramlara sahip oldukları ortaya konulmuştur.
Nyachwayaa ve diğ. (2011)	Öğrencilerin MTY ile ilgili anlamalarının belirlenmesi için açık uçlu teşhis aracı geliştirilmesi ve kullanılması	110 üniversite genel kimya 1. Sınıf öğrencisi	Açık uçlu sorular ve çizimler	Geliştirilen aracın öğrencilerin çeşitli kimya kavramları ile ilgili anlamalarını belirlemede etkili olduğu ortaya konmuştur.

Tablo 5'te de görüldüğü gibi yapılan çalışmalarda farklı seviyelerdeki öğrencilerin MTY ile ilgili anlamaları farklı veri toplama araçlarıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalarda öğrencilerin anlama seviyelerinin oldukça düşük olduğu, mikroskobik ve makroskobik seviyedeki özellik ve değişimleri anlamada zorluk çektikleri, bu değişimleri günlük hayattaki olayları açıklamakta yeterince kullanamadıkları ve çeşitli alternatif kavramalara sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca MTY ile ilgili anlamaların zayıf olmasının diğer konu ve kavramların öğrenilmesini etkilediği, sınıf seviyesinin artmasıyla genellikle anlama düzeyinin de arttığı belirlenmiştir. Benzer sonuçlar, yukarıda özetlenen çalışmalar haricinde, MTY ve ilişkili kavramlarla (maddenin halleri, hal değişimi, element, bileşik, karışım, saf madde, atom, molekül, fiziksel ve kimyasal değişim vb.) ilgili birçok çalışmada da (Ayas, 2002; Adbo ve Taber, 2009; Boz, 2006; Eskilsson ve Hellden, 2003; Flores-Camacho ve diğ., 2007; Krnel ve diğ., 2003; Hatzinikita ve diğ., 2005; Jimenez Gomez ve diğ., 2006; Löfgren ve Hellden, 2008; Liu ve Lesniak, 2005, 2006; Margel ve diğ., 2008; Nakhleh ve diğ., 2005; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002; Paik, Kim, Cho ve Park, 2004; Rahayu ve Kita, 2010; Stains ve Talanquer, 2007; Yılmaz ve Alp, 2006) elde edilmiştir.

2. 1. 7. 2. MTY ile İlgili Alternatif Kavramaların Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar

Tespit edilen alternatif kavramaların genellikle benzer olduğu (Benson, Wittrock ve Baur, 1993; Gabel ve diğ., 1987; Kokkotas ve diğ., 1998; Valanides, 2000) ve yaygın olarak öğrencilerin maddelerin tanecikli değil de sürekli yapıda olduğu (Ayas ve Özmen, 2002; Ben-Zvi ve diğ., 1986; Kenan, 2005; Novick ve Nussbaum, 1981; Singer, Tal ve Wu, 2003) ve taneciklerin de maddenin makroskobik özelliklerine (renk, koku, sertlik, erime vb.) sahip olduğu (Albanese ve Vicentini, 1997; Ben-Zvi ve diğ., 1986; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 2002; Kenan, 2005; Kokkotas ve diğ., 1998; Lee ve diğ., 1993; Nakhleh, 1992) anlayışına sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler taneciklerin düzenlenmesi, tanecikler arası boşluklar, tanecik sayıları, tanecik büyüklüğü ve taneciklerin hareketi gibi mikroskobik özelliklerle ilgili sınırlı bilgiye veya alternatif kavramalara sahiptirler (Gabel ve diğ., 1987; Griffiths ve Preston, 1992; Kenan, 2005; Novick ve Nussbaum, 1978, 1981; Özmen 2011b; Özmen ve Kenan 2007; Pereira ve Pestana, 1991; Tsai 1999; Valanides, 2000). Ayrıca öğrenciler maddenin halleri, hal değişimleri, element, bileşik, karışım, saf madde, atom, molekül, fiziksel ve kimyasal değişim kavramlarıyla ilgili alternatif kavramalara sahip oldukları literatürde belirtilmektedir. Aşağıda bu kavramlarla ilgili literatürde tespit edilen alternatif kavramalar başlıklar halinde sunulmuştur.

2. 1. 7. 2. 1. MTY İle İlgili Alternatif Kavramalar

Yapılan çalışmalar her seviyeden öğrencilerin, maddelerin tanecikli ve boşluklu yapıda olduğu fikri, tanecik kavramı, taneciklerin şekli, boyutu, ağırlığı, kütlesi, rengi, canlılığı, hareketi, sayısı, aralarındaki boşluklar gibi fiziksel özellikleri ve bu özelliklerde meydana gelen değişimlerle ilgili olarak çeşitli alternatif kavramalara sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca öğrenciler atom, molekül, element, bileşik, maddenin halleri, hal değişimi gibi kavramlarla ilgili olarak mikroskobik düzeyde çeşitli alternatif kavramalar göstermektedir. Öğrencilerin mikroskobik düzeyde sahip oldukları bu alternatif kavramalar Tablo 6'da buldukları kaynaklarla birlikte gösterilmiştir.

Literatürdeki çalışmalar öğrencilerin makroskobik düzey ile ilgili de çeşitli alternatif kavramalara da sahip olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalar öğrencilerin maddenin makroskobik özellikleri, maddenin halleri, hal değişimi, element, bileşik, karışım ve saf madde, fiziksel ve kimyasal değişim kavramları ile ilgili olarak makroskobik düzeyde çeşitli alternatif kavramalara sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu alternatif kavramalar ve buldukları kaynaklar ise Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 6. MTY ile İlgili Öğrencilerin Mikroskobik Seviyede Sahip Olduğu Alternatif Kavramalar

Kategori	Alternatif Kavramalar	Bulunduğu Kaynaklar
Tanecikli Yapı Fikri ve Tanecik Kavramı	<ul style="list-style-type: none"> • Maddeler sürekli (bütünsel) bir yapıya sahiptir. • Katı maddelerde daha çok sürekli gösterimlerin kullanılması. • Hem sürekli hem de tanecikli gösterimlerin kullanılması. • Tanecik maddenin küçük parçaları demektir. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Su damlaları suyun tanecikleridir. ✓ Şeker granülleri şekerin tanecikleridir 	Adadan ve diğ., 2009, 2010; Ayas, 1995; Ayas ve Özmen, 2002; Ayas ve diğ., 2010; Benson ve diğ., 1993; Boz, 2006; Flores-Camacho ve diğ., 2007; Griffiths ve Preston, 1992; Hatzinikita ve diğ., 2005; Jimenez Gomez ve diğ., 2006; Johnson, 1998a,b; Johnson ve Papageorgiou, 2010; Kenan, 2005; Krnel ve diğ., 1998; Lee ve diğ., 1993; Liu ve Lesniak, 2006; Margel ve diğ., 2008; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Nakhleh ve diğ., 2005; Novick ve Nusbaum, 1978, 1981; Papageorgiou ve diğ., 2008; Snir ve diğ., 2003; Treagust, 2010
Tanecik Büyüklüğü	<ul style="list-style-type: none"> • Farklı hallerde maddenin taneciklerinin büyüklüğü aynı değildir. • Katı halde tanecikler en küçük, sıvı halde daha büyük, gaz halde ise en büyüktür. • Su molekülleri katı halde en büyüktür. Çünkü su donarken hacmi artar. • Isıtma ve soğutma sırasında taneciklerin büyüklüğü değişir. • Güneşin etkisi ile tanecikler genişler, soğukta ise büzülürler. • Maddeler ısıtıldığında tanecikleri genişler büyür, soğutulduğunda küçülür. • Isıtılan metalin atomları genişler. • Hal değişimi sırasında taneciklerin büyüklüğü değişir. • Buharlaştıran maddenin tanecikleri genişleşerek büyür. • Erime sırasında tanecik büyüklüğü azalır, donma sırasında artar. • Maddeler sıkıştırıldığında tanecikleri küçülür. • Her bir şeker taneciği farklı boyutlardadır. • Her bir şeker su taneciği farklı boyutlardadır. 	Adadan ve diğ., 2010; Adbo ve Taber, 2009; Ayas, 1995; Boz, 2006; Gabel, Samuel ve Hunn, 1987; Gomez Crespo ve Pozo, 2004; Kenan, 2005; Lee ve diğ., 1993; Nakleh ve diğ., 2005; Özmen, 2011a,b; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002; Özmen ve Kenan, 2007; Pereira and Pestana, 1991; Preston, 1992; Tsai, 1999; Valanides, 2000
Tanecik Sayısı	<ul style="list-style-type: none"> • Hal değişimi esnasında taneciklerin sayısı değişir. • Madde katı halden sıvı ve gaz hale geçince taneciklerinin sayısı azalır. • Isıtma, soğuma, sıkıştırma ve hal değişimi sırasında tanecikler birleşir ya da parçalanır. Taneciklerin sayısı değişir. Tanecikler artar ya da azalır. • Hava ısıtıldığında moleküllerinin sayısı artar. 	Devetak, Vogrinc ve Glazar, 2010; Erdem, Yılmaz ve Gücüm, 2004; Gabel, Samuel ve Hunn, 1987; Kenan, 2005; Lee ve diğ., 1993; Özmen, 2011a,b; Özmen ve Kenan, 2007

Taneciklerin Hareketi	<ul style="list-style-type: none"> • Katı tanecikleri hareket etmez, hareketsizdirler. • Sıvı ya da gaz haldeki tanecikler sabit hareketlidir. • Sıvı tanecikleri birbirinden tamamen bağımsız hareket eder. • Erime ve buharlaşma olayları sırasında taneciklerin hızı azalır ya da değişmez. • Donma ve yoğunlaşma olayları esnasında taneciklerin hızı artar ya da değişmez. • Su tanecikleri her fazda aynı hızda hareket eder. • Maddeler sıkıştırılınca taneciklerin hareket hızı değişir. • Su buz halinde iken molekülleri donar. • Hava molekülleri soğuktan donar ve hareket edemez. • Moleküller dış kuvvetlerin etkisiyle hareketlenebilir. Örneğin havadaki moleküller rüzgârın etkisiyle hareket eder. • Maddenin ne kadar çok boşluğu varsa o kadar hızlı hareket eder. • Bir molekülün hareket hızı boyutuna bağlıdır. Küçük moleküller daha hızlı hareket eder. 	<p>Adadan ve diğ., 2009; Adadan ve diğ., 2010; Adadan, 2013; Boz, 2006; Boz ve Boz, 2008; Demircioğlu, Akdeniz ve Demircioğlu, 2004; Dow, Auld ve Wilson, 1978 akt: Tsai, 1999; Griffiths ve Preston, 1992; Kenan, 2005; Lee ve diğ., 1993; Osborne ve Cosgrove, 1983; Valanides, 2000</p>
Tanecikler Arası Boşluklar	<ul style="list-style-type: none"> • Maddenin tanecikleri arasında boşluk yoktur. • Katı tanecikleri arasında boşluk yoktur. • Buzdaki moleküller birbirine hiç boşluk bırakmadan dokunur. • Gaz halindeki maddelerin tanecikleri arasında boşluk yoktur. • Maddenin tanecikleri arasındaki boşlukları hava, kir, sıvı madde oksijen, bilinmeyen gazlar veya farklı maddeler doldurur. • Boşluk içerisinde aynı madde bulunur. Örneğin hava moleküllerinin arasını hava, su moleküllerinin arasını su doldurur. • Sıvı tanecikleri arasındaki boşluk katılarla gazlar arasındadır. • Sıvı ve gaz tanecikleri katı tanecikleri gibi düzenlidirler. • Hal değişimi sırasında tanecikler arası boşluklar, artar, azalır ya da değişmez. • Katı ve sıvılar sıkıştırılınca tanecikleri arasındaki boşluklar azalır. 	<p>Adadan, 2006; Benson ve diğ., 1993; Demircioğlu, Akdeniz ve Demircioğlu, 2004; Griffiths ve Preston, 1992; Kenan, 2005; Kind, 2004; Lee ve diğ., 1993; Novick ve Nussbaum, 1978, 1981; Osborne ve Cosgrove, 1983; Özmen ve Kenan, 2007; Özmen, 2011b; Valanides, 2000</p>
Taneciklerin Fiziksel Özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> • Maddenin makroskobik özellikleriyle taneciklerin özellikleri aynıdır. • Bakır atomları bakır elementinin özelliklerine sahiptir. Kükürt atomları kükürdün fiziksel özelliklerine sahiptir. • Helyum gazı gibi renksiz maddelerin tanecikleri gözle görülemez ve bu tanecikler yuvaraktır. • Altın atomları sert ve parlaktır. • Atomların da fiziksel hali ve sertliği vardır. • Bakır ezilerek düzleştirildiğinde bakır atomları ezilir. • Şekerin tanecikleri yuvarlak, küp ve kristal şeklindedir. • Su buz halinde iken molekülleri donar, buzdaki moleküller suya göre daha soğuk, katı ve serttir. 	<p>Ayas, 1995; Bektaş, 2003; Boz, 2006; Demircioğlu, Akdeniz ve Demircioğlu, 2004; Horton, 2001; Griffiths ve Preston, 1992; Kenan 2005; Kokkotas, Vlachos, Koulaidis, 1998; Lee ve diğ., 1993; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Nakhleh ve diğ., 2005; Othman ve diğ., 2007; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002;; Tezcan ve Salmaz, 2005; Yeğnidemir, 2000</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Maddeler ısıtıldığında tanecikleri de ısınır. • Buz ısıtıldığında molekülleri erir. • Kâğıdı keserken atomları da kesilir. 	
Taneciklerin Rengi	<ul style="list-style-type: none"> • Atomlar renklidir. • Tanecikler madde ile aynı renktedir. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Altın atomları altın rengindedir. ✓ Mavi mürekkep tanecikleri mavi renktedir. ✓ Şekerin tanecikleri kahverengidir, beyaz renk ona sonradan kazandırılmıştır. • Mürekkep tanecikleri su taneciklerine etki ederek onları maviye boyar. 	Ayas, 1995; Bektaş, 2003; Demircioğlu ve diğ., 2004; Griffiths ve Preston, 1992; Horton, 2001; Kenan 2005; Nakhleh ve Samarapungavan; 1999; Othman ve diğ., 2007; Özmen ve diğ., 2002; Tezcan ve Salmaz, 2005; Yeğnidemir, 2000
Taneciklerin Ağırlığı	<ul style="list-style-type: none"> • Taneciklerin ağırlığı maddenin bulunduğu fiziksel hale göre değişir. • Katı halde tanecikler diğer hallere göre daha ağırdır, gaz fazında daha hafiftir. • Su molekülünün ağırlığı tartılabilecek büyüklüktedir. • Su molekülü bir sineğin bacağının ağırlığı veya toz parçası kadar hafiftir. • Bütün tanecikler aynı büyüklükte ve aynı ağırlıktadır 	Adadan ve diğ., 2010; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Griffiths ve Preston, 1992; Krnel ve diğ., 1998; Lee ve diğ., 1993; Othman ve diğ., 2008; Pideci, 2002; Stavy, 1990; Tezcan ve Salmaz, 2005
Taneciklerin Canlılığı	<ul style="list-style-type: none"> • Atomlar canlıdır. • Tanecikler hareketli olduğu için canlıdır. • Bazı atomlar canlıdır. Örneğin organik bileşiklerin atomları. 	Bektaş, 2003; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Kenan, 2005; Nicoll, 2001; Pideci, 2002; Tezcan ve Salmaz, 2005; Ünal, 2003; Yeğnidemir, 2000
Atom Kavramı	<ul style="list-style-type: none"> • Hepsi değil bazı maddeler atomlardan oluşur. • Bütün atomlar aynıdır. Aynı büyüklükte ve aynı ağırlıktadır. • Atomlar küreye benzer. • Atomlar içi dolu küreye benzer, katıdır. • Atom ezilebilir, şekli değişebilir. Atom ezildiğinde farklı bir atoma dönüşür. • Atomlar gözümüz ile görülebilir. • Atomlar mikroskopla görülebilir. Elektron mikroskopuyla görülebilir. • Atom mikroplara benzer aynı boyuttadır. • Atomun bir toplu iğnenin ucunun yüzde biri kadar büyüklüktedir. Bir toplu iğnenin topuzunda 15-20 bin tane demir atomu bulunur. 	Bektaş, 2003; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Horton, 2001; Nakhleh, ve diğ., Samarapungavan ve Sağlam), 2005; Lee ve diğ., 1993; Nakhleh ve diğ., 2005; Şeker, 2006; Tezcan ve Salmaz, 2005; Yavuz, 2005; Yeğnidemir, 2000
Molekül Kavramı	<ul style="list-style-type: none"> • Moleküller genişler, büzülür, erir. • Moleküller bakteri ile, mikroplarla, hücre ile aynı boyuttadır. • Maddeler moleküllerin bileşimi değil de, moleküller maddenin içinde bulunur. • Su molekülü makro boyuttadır. Gözle görülebilir. Örneğin bir nokta kadar, tohum kadardır. • Su molekülleri oksijen ve hidrojenen başka bileşenlerde (su, hava, klor, azot ve diğer 	Griffiths ve Preston, 1992; Lee ve diğ., 1993; Nakhleh ve diğ., 2005; Valanides, 2000

	<p>mineraller) içerir.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Su molekülleri üç boyutlu değil düzdür. Su moleküllerinin şekli sıcaklık, basınç, maddenin haline ve suyun bulunduğu kabın şekline göre değişir. • Su molekülleri aynı atomların bileşimi değildir. Moleküllerin bileşimi boyuta, sıcaklığa, maddenin haline bağlıdır. Örneğin su ısıtılırsa daha çok oksijen eklenir. • Su molekülleri üçten fazla ya da az atom içerir. • Su molekülleri farklı hallerde farklı sayıda atom içerir. 	
Maddenin Halleri Ve Hal Değişimi	<ul style="list-style-type: none"> • Madde hal değiştirdiği zaman tanecikleri de değişir. Örneğin madde ısıtılınca molekülleri de ısınır, molekülleri genişler, molekülleri buharlaşır ve kaynar, erir yoğunlaşır. • Hal değişimi esnasında tanecikler ayrılarak ya da birleşerek hal değişimine eşlik ederler • Buharlaşma sırasında tanecikler sıkışır, birbirini sindirir, büyüklüğü değişir, tanecik sayısı değişir, tanecikler erir, birleşir, yok olur. • Su tanecikleri güneş ışığının etkisi ile yok olur. • Su buz halinde iken molekülleri donar, buzdaki moleküller suya göre daha soğuktur. • Atomların hali ve sertliği vardır. • Kavanozun içindeki buz cam tanecikleri arasından geçerek kavanozun dış yüzeyini buğulandırır. 	<p>Ayas, 1995; Bektaş, 2003; Boz, 2006; Gabel ve diğ., 1987; Griffiths ve Preston, 1992; Kind, 2004; Kokotas ve Vlachos, 1998; Kenan, 2005; Lee ve diğ., 1993; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002; Tsai, 1999</p>
Element ve Bileşikler	<ul style="list-style-type: none"> • Aynı elementin atomları farklı boyutlarda olur. • Farklı elementlerin atomları aynı boyutlarda olur. • Bileşiklerin en küçük birimleri atomlardır. • Farklı bileşiklerin aynı cins atomları farklı boyutlarda olur. • Bileşikler iki aynı cins atomun birleşiminden oluşurlar. • Bileşikler birden fazla cins atom içermezler. • Bileşikler farklı atomların birleşmesinden oluştuğu için karışımdır. • Saf maddeler sadece tek tür atom içerirler 	<p>Coştu ve diğ., 2007; Çakır, 2005; Yavuz, 2005</p>

Tablo 7. MTY ile İlgili Öğrencilerin Makroskobik Seviyede Sahip Olduğu Alternatif Kavramalar

Kategori	Alternatif Kavramalar	Bulunduğu Kaynaklar
Maddelerin özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> Hava gaz olduğu için kütlesi yoktur, boşlukta yer kaplamaz. Sıvı ve gazların belirli bir kütlesi yoktur. Su havadan daha serttir, ağırdır, daha çok madde içerir bundan dolayı su şırıngayla sıkıştırılmaz. Alkol ve su karıştırılınca ağırlıklarından dolayı birbirini sindirir. Kolonyanın ya da naftalinin kendisi değil kokusu yayılır, kokusu kolonya ya da naftalinden farklıdır. Katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin belirli bir kütesinin, hacminin ve şeklinin olup olmadığı, buldukları kabı tamamen doldurup dolduramadıkları, buldukları kabın her tarafına basınç uygulayıp uygulamadıkları, akıcılıkları ve sıkıştırılabilirlikleri ile ilgili alternatif kavramlar 	Ayas, 1995; De Vos ve Verdonk, 1996; Gabel, Samuel ve Hun, 1987; Kenan, 2005; Lee ve diğ., 2003; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Valanides, 2000
Maddenin Halleri ve Hal Değişimi	<ul style="list-style-type: none"> Maddenin kütlesi haline göre değişir. Madde ısıtıldığında kütlesi azalır, bu nedenle katı hal en ağır, gaz hal en hafif olur. Katılar ağır oldukları için şekil değiştiremezler, sıvı ve gazlar hafif olduğu için şekil değiştirebilirler. Madde ısı aldığında kütlesi artar, bu yüzden de maddenin kütlesi gaz halde en ağır, katı halde ise en hafiftir. Havanın ve/veya gazların kütlesi yoktur boşlukta yer kaplamaz. Su buharlaştığı zaman havaya dönüşür, oksijen ve hidrojene ayrılır. Kaynayan sudaki kabarcıklar ısıdan, oksijen ve hidrojenden, havadan meydana gelir. Hava yoğunlaşarak şişe ya da cam üzerinde toplanır, cam terler, oksijen ve hidrojenden dolayı buğulanmaya sebep olur. 	Ayas, 1995; Bar ve Travis, 1991; Durmuş ve Bayraktar, Eskişson ve Hellden, 2003; 2010; Griffiths ve Preston, 1992; Johnson, 1998a,b; Kenan 2005; Lee ve diğ., 1993; Nicoll, 2001; Osborne ve Cosgrove, 1983; Othman ve diğ., 2008; Papageorgiou ve Johnson, 2005; Pideci, 2002; Shepherd ve Renner, 1982; Stavay, 1990; Ünal, 2003; Valanides, 2000
Element, Bileşik, Karışım ve Saf madde Kavramları	<ul style="list-style-type: none"> Elementler karışımdır. Bileşikler farklı atomların birleşmesinden oluştuğu için saf değildir, karışımdır. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Su, şeker saf madde değildir, çünkü bileşiktir Alaşımalar metallerin kendi aralarında yaptıkları bileşiklerdir. Saf maddeler sadece tek tür atom içerirler. Karışımlar saf maddelerdir. Bütün sıvılar karışımdır. Karışımlar her zaman iki farklı elementin birleşmesiyle oluşur. Gazoz elementlerden oluşan bileşiktir. Su iyi bir çözücü olması nedeniyle mürekkebi çözer. Mürekkebin su içerisinde dağılması çözünme olayıdır. Şeker suda çözününce yeni bir maddeye dönüşür, suya dönüşür, suyla tepkimeye girer, erir ya da 	Abraham ve diğ., 1994; Coştu ve diğ., 2007; Çakır, 2005; Demircioğlu, Akdeniz ve Demircioğlu, 2004; Erdem ve diğ., 2004; Köseoğlu ve diğ., 2003; Lee ve diğ., 1993; Othman ve diğ., 2007; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002

buharlaşır, su içinde genişir, iyonlaşır, ortamdan uzaklaşır ya da kaybolur.

- Mürekkep suya damlatıldığında yoğunluğunun fazla olması nedeniyle kısa sürede su moleküllerinin arasına yayılır.
-

Fiziksel ve
Kimyasal
Değişim

- Buharlaşan madde yok olur, havaya dönüşür.
 - Yoğunlaşmada hava sıvıya dönüşür.
 - Hal değişimi olayları geri dönüşümlü (çift yönlü) değil tek yönlüdür.
 - Erime ve donma olaylarında ortamdaki madde aynı madde değildir.
 - Buz ve su buharı, sudan farklı bir maddedir.
 - Şeker suda çözününce yeni bir maddeye dönüşür, şeker suyla tepkimeye girer.
 - Buzun ısıtıldığında sıvı hale gelmesinin nedenini ısıtılan maddelerin genişmesi, yoğunluğun azalması, kimyasal yapının değişmesi ya da maddenin oksijenle tepkimeye girerek başka sıvı bir madde oluşmasıdır.
 - Katı bir madde gaz haline geçtiğinde kütlesi azalır. Örneğin katı iyot gaz haline geçince kütlesi azalır.
 - Kapağı açıldığında gazlı içeceklerden baloncuk çıkışının nedeni kimyasal bir tepkimenin başlamasıdır.
 - Su ısıtıldığında kimyasal değişim olur. Su buharlaştığında havadaki oksijenle birlikte kimyasal bir tepkimenin oluşmasından dolayı başka maddeler meydana gelir.
-

Abraham ve diğ.,1994; Erdem, Yılmaz ve Gücüm, 2004; Kind, 2004; Lee ve diğ., 1993; Othman, Treagust ve Chandrasegaran, 2007; Pideci, 2002)

2. 1. 7. 3. MTY ile İlgili Anlamaların Artırılması ve Alternatif Kavramaların Düzeltilmesine Yönelik Çalışmalar

Yapılan birçok çalışmada çeşitli materyal, yöntem ve tekniklerin öğrencilerin MTY ve ilişkili kavramları anlamalarına etkisi araştırılmış ve öğrencilerin anlama düzeylerinin artırılmasında (Adadan, 2006; Beerenwinkel ve diğ., 2011; Bektaş, 2011; Bunce ve Gabel, 2002; Demircioğlu, 2008; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Johnson ve Papageorgiou, 2010; Pimthong ve diğ., 2012; Tsai, 1999; Yeziarski, 2003) ve alternatif kavramaların giderilmesinde (Beerenwinkel ve diğ., 2011; Demircioğlu, 2008; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Özmen, 2011a; Yeziarski, 2003) etkili bir şekilde kullanılmıştır. Tablo 8'de bu çalışmalardan bazıları özetlenerek kullanılan materyal, yöntem ve teknikler belirtilmiştir.

Tablo 8. MTY ile İlgili Anlamaların Artırılması Ve Alternatif Kavramaların Giderilmesine Yönelik Çalışmalar

Yazarlar	Amaç	Materyal / Yöntem	Örnekleme	Veri Toplama Araçları	Sonuç
Adadan (2006)	Reform tabanlı öğretim ile birlikte çoklu gösterimlerin öğrencilerin MTY'yi kavramsal anlamalarına etkisini belirlemek.	Reform tabanlı öğretim ve Çoklu gösterimler	42 lise öğrencisi	Açık uçlu test, mülakat ve doküman analizi	Reform tabanlı öğretim ile birlikte çoklu gösterimlerle öğretim gören öğrencilerin kavramsal anlamalarının ve kalıcılığının daha başarılı olduğu belirlenmiştir.
Adadan (2013)	Çoklu gösterimlerin öğrencilerin MTY'yi kavramsal anlamalarına etkisini belirlemek.	Çoklu gösterimler (gözlem, çizim, açıklama, simülasyon)	42 on birinci sınıf öğrencisi	Açık uçlu sorular, mülakat ve çizimler	Çoklu gösterimlerin anlama ve kalıcılık üzerine olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.
Bektaş (2011)	Öğrencilerinin MTY kavramlarını, bilimin doğasını anlamaları ve epistemolojik inanışları üzerine 5E modelinin etkisini incelemek.	5E Modeli (kavram haritası, analogi, rol oynama)	Dört 10. Sınıftan toplam 113 öğrenci	Kavram, epistemolojik inanış ve bilimin doğası testleri ve mülakat	Anlama ve epistemolojik inanışlar ve bilimin doğasını anlama bakımından DG lehine anlamlı farklılık bulunmuştur.
Beerenwinkel, Parchmann ve Grasel (2011)	KDM'lerin öğrencilerin MTY ile ilgili alternatif kavramlarının farkındalığına etkisini belirlemek.	Anlaşılabilirlik ilkelerine göre düzenlenen KDM'ler	7 ve 8. Sınıf seviyesinden toplam 214 öğrenci	Anket	KDM'ler kriter tabanlı metin okumanın geleneksel okumaya göre alternatif kavramların farkına varılmasında etkilidir.
Birinci Konur (2010)	Kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişme konusunu anlamalarına etkisini araştırmak.	KDM	90 Sınıf Öğretmenliği 1.sınıf öğrencisi	Kavram Testi, Tutum Ölçeği	KDM'lerin anlama üzerine olumlu etki gösterdiği, öğrencilerin KDM'lere karşı tutumlarının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.
Bunce ve Gabel (2002)	Tanecik fikrinin kullanımının cinsiyete bağlı olarak öğrencilerin başarısına etkisini belirlemek.	Çoklu gösterimler (makroskobik, mikroskobik ve sembolik)	10 farklı liseden 447 öğrenci	Çoktan seçmeli test	Makroskobik ve sembolik gösterimlerle mikroskobik gösterimlerin kullanıldığı deney grubunun daha başarılı olduğu belirlenmiştir.
Çakmak (2009)	Saf madde, karışım, atom, molekül, element, bileşik kavramlarıyla ilgili yapılandırmacı ders materyalleri geliştirmek ve anlamaya etkisini incelemek.	ÇY, KDM ve Analogilerin kullanıldığı 5E'ye uygun ders materyali	6. sınıf seviyesinden 36 öğrenci	İki aşamalı kavram testi ve mülakat	Öğrencilerin alternatif kavramlara sahip oldukları, bazı öğrencilerin bilgileri tanım düzeyinde bilmelerine rağmen, bu bilgileri uygulama konusunda yetersiz kaldıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Demircioğlu (2008)	Öğretim materyali geliştirilmesi ve materyalin alternatif kavramaları giderme ve başarıya etkisi araştırmak.	“Maddenin Halleri” ile ilgili bağlama dayalı öğretim materyali	35 sınıf öğretmenliği programı birinci sınıf öğrencisi	Kavram Başarı Testi, mülakat gözlem ve tutum ölçeği	Materyalin alternatif kavramaları gidermede, anlamlı öğrenmede, kalıcılığı sağlamada, zihinde yapılandırmanın öğretimden sonra da devam etmesinde ve tutumda olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.
Durmuş ve Bayraktar (2010)	Kullanılan yöntemlerin “madde ve değişim” ünitesi ile ilgili kavramların anlaşılmasına ve kalıcılığa etkisini belirlemek.	KDM ve laboratuvar deneylerinin	4. sınıf seviyesinden 104 öğrenci	8 açık uçlu soru	KDM ve deneylerin geleneksel yönetime göre alternatif kavramaları gidermede ve kalıcı öğrenmede etkili olduğu belirlenmiştir.
Johnson ve Papageorgiou (2010)	Modelin öğrencilerin tanecik teorisini anlamalarına etkisini belirlemek.	Madde tabanlı çerçeve	9-10 yaşlarında 12 öğrenci	Bireysel mülakat	Modelin özellikleri ve öğretimi ile ilgili faydalı geribildirimler alındığı, öğrencilerin katılımını teşvik ettiği ortaya konmuştur.
Özdilek (2006)	MTY ünitesine yönelik olarak hazırlanan öğretim tasarımı ile 2000 yılı fen öğretim programının kazanımları elde etme, tutum ve kalıcılık bakımından karşılaştırmak.	Çoklu Zeka, Yapılandırmacı Yaklaşım, KH ve analogi kullanıldığı öğretim tasarımı	130 Fen Bilgisi öğretmenine anket, İki sınıfta uygulama	Seviye Belirleme Testi, Tutum Ölçeği ve Anketler	MTY ünitesine yönelik olarak hazırlanan öğretim tasarımının daha başarılı olduğu belirlenmiştir.
Papageorgiou ve Johnson (2005)	Tanecik fikrinin öğrencilerin hal değişimi ve çözünme olaylarını anlamalarına yardımcı mı yoksa engel mi olduğunu belirlemek.	Tanecik fikrinin kullanıldığı ve kullanılmadığı öğretim	İki farklı sınıftan 39 5.Sınıf öğrencisi	Mülakat	Tanecik fikrinin verilmesinin faydalı olduğu sonucuna varılmıştır.
Pimthong ve diğ. (2012)	Kavramsal değişim yaklaşımına uygun olarak madde ve özelliklerinin öğrenimini ve öğretimini geliştirmek.	Kavramsal değişim yaklaşımına göre öğretim	Üç ilkokul öğretmeni ve altı öğrenci	Gözlem ve mülakatlar	Öğretim aktiviteleri sadece öğrencilerin kavramsal değişimini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda öğretmenlerinde içerik bilgilerini ve öğretim stratejilerini geliştirmelerinde etkili olmuştur.
Treagust ve diğ. (2011)	Tanecikli yapı ile ilgili kavramların anlaşılmasında bir öğretim programının etkililiğini değerlendirilmek.	Tanecikli yapı anlaşılması için tasarlanan öğretim programı	190 lisans, lisansüstü, yüksekokul öğrencisi	İki aşamalı çoktan seçmeli test	Öğretim programının öğrencilerin anlamalarında istatistiksel olarak anlamlı düzelmeler sağladığı belirlenmiştir.

Tablo 8’de görüldüğü gibi öğrencilerin anlama düzeylerinin artırılması ve alternatif kavramlarının giderilmesi amacıyla bazı çalışmalarda öğretim tasarımı yapılmış (Özdilek, 2006; Treagust ve diğ., 2011), materyal geliştirilmiş (Demircioğlu, 2008; Çakmak, 2009), KDM’ler (Birinci Konur, 2010; Beerenwinkel, Parchmann ve Grasel, 2011; Durmuş ve Bayraktar, 2010), 5E modeli (Bektaş, 2011), laboratuvar deneyleri (Durmuş ve Bayraktar, 2010) ve çoklu gösterimler (Adadan, 2006, 2013) kullanılmıştır.

Tablo 8’deki çalışmalar haricinde öğrencilerin MTY ile ilgili anlamalarının artırılması ve alternatif kavramlarının giderilmesine yönelik başka çalışmalarda vardır. Örneğin Adadan ve diğ. (2009, 2010) çalışmalarında çoklu gösterimlerin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine etkili olduğunu ortaya koymuştur. Tsai (1999) ise taneciklerin büyüklüğünün farklı hallerde farklı olacağı, taneciklerin ayrılacaklarına ya da birleşerek hal değişimine eşlik edecekleri, hal değişimi için tanecikler arasındaki mesafe değişimi ve taneciklerin kinetik özellikleri hakkında sahip oldukları alternatif kavramlara yönelik rol oynama analogisinin etkisini incelemiştir.

2. 1. 7. 4. MTY İle İlgili BDÖ Çalışmaları

MTY ünitesinde yer alan kavramlarla ilgili anlamaların artırılması ve alternatif kavramların giderilmesiyle ilgili bazı çalışmalarda BDÖ’den yararlanılmıştır. BDÖ’nün kullanıldığı bu çalışmalar aşağıda Tablo 9’da özetlenmiştir.

Tablo 9. MTY ile İlgili BDÖ'nün Kullanıldığı Çalışmalar

Yazarlar	Amaç	Yazılım	Sonuç
Chang ve diğ. (2010)	Kimyasal olaylarla ilgili moleküler animasyonların öğrencilerin MTY'yi anlamalarına etkisini araştırmak.	Moleküler modelleri ve dinamik süreçleri gösteren "flip-book" tarzı animasyonlar oluşturmaları için öğrenci merkezli animasyon aracı	Akran değerlendirme ile birleştirildiğinde animasyon hazırlamanın öğrencilerin anlamaları üzerine etkili olduğu belirlenmiştir.
Özmen (2011a)	Animasyonlarla desteklenmiş KDM'lerin 6. Sınıf öğrencilerinin hal değişiminde MTY'deki değişimleri anlamalarına etkisini belirlemek.	KDM'lerle birlikte 16 etkileşimli animasyon kullanılmıştır. Animasyonlarda resimler, grafikler, üç boyutlu gösterimler, problem çözme egzersizleri yer almaktadır.	Animasyon destekli KDM'lerin kullanıldığı deney grubunun başarı ve alternatif kavramalarını giderme seviyesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
Papageorgiou ve diğ. (2008)	Öğrencilerin buharlaşma ile ilgili tanecik fikrini anlamalarına yazılımın etkisini belirlemek.	Maddelerin makroskobik ve tanecik görünümünün peş peşe büyütülerek verildiği sıcaklık ve enerji göstergelerinin bulunduğu erime ve buharlaşma ile ilgili simülasyonlar	Yazılımın öğrencilerin anlamalarında, özellikle buharlaşmada, etkili olduğu belirlenmiştir.
Pierri ve diğ. (2008)	Mikrobilgisayar tabanlı laboratuvar yöntemi kullanılarak saf maddelerin hal değişimi olayını anlamalarını araştırmak .	Her bir deney için bir dizüstü bilgisayarda bulunan DBLab yazılımı ile birlikte multilog sistemi, sıcaklık sensörleri deney malzemeleri ile birlikte kullanılmıştır.	Deneylerden sonra öğrencilerin donma noktası ve donma noktası ile moleküler ağırlık ilişkisiyle ilgili doğru cevaplarında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.
Sanger ve diğ. (2007)	Animasyonların öğrencilerin kavramsal anlamalarında etkisini belirlenmek.	Animasyonlarla desteklenen çoktan seçmeli test soruları	Animasyonların, tanecik hareketlerinin zihinde canlandırılmasındaki güçlükleri en aza indirdiği ve öğrencilerin kavramsal anlayışlarını geliştirdiği belirlenmiştir.
Snir ve diğ. (2003)	Öğrencilere MTY'yi tanıtmak için alkol ve suyun karıştırılması, metal kürenin ısıtılması ve bakır sülfat oluşumunu içeren bir yazılım tasarlamak ve bu yazılımın etkililiğini araştırmak.	MTY'yi tanıtmak için alkol ve suyun karıştırılması, metal kürenin ısıtılması ve bakır sülfat oluşumunu içeren laboratuvar, dur ve düşün, modeller ve modelleri araştır pencerelerinden oluşan yazılım	MTY'nin öğrencilerin ilgisini çekecek şekilde hacim, kütle ve yoğunluk gibi makroskobik olayları anlamalarında etkili olduğu ortaya konulmuştur.
Stern ve diğ. (2008)	Kinetic moleküler teori ile ilgili dinamik simülasyon yazılımının 7. Sınıf öğrencilerinin anlamasına etkisini değerlendirmek.	Maddenin her üç halindeki taneciklerin sürekli hareketini ve aralarındaki etkileşimi gösteren simülasyon yazılımı	Deney grubu lehine anlamlı farklılık olmakla birlikte, yazılımın etkili olduğu fakat anlamlı öğrenmeyi artırmada yetersiz olduğu belirlenmiştir.
Yeziarski (2003)	Öğrencilerin maddenin halleri ve hal değişim konularında MTY hakkında kavramsal anlamalarının ve animasyonların etkisini belirlenmek.	Su, buz ve su buharını ve buzun erimesini gösteren moleküler düzeyde animasyonlar	Moleküler seviyedeki Animasyonların öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve alternatif kavramalarının giderilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda çeşitli BDÖ materyalleri geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Örneğin Stern ve diğ. (2008) tarafından geliştirilen etkileşimli simülasyon yazılımında, maddenin katı, sıvı ve gaz hallerinde, taneciklerin sürekli hareketi ve aralarındaki etkileşim gösterilmektedir. Öğrenciler sıcaklık, basınç, hacim, difüzyon, genleşme ve büzülme tanecik sayısı gibi değişkenleri düzenleyebilmekte ve değişen şartlarda tanecikleri gözlemleyebilmektedir. Chang ve diğ. (2010) geliştirdikleri “Chemation” adındaki öğrenci merkezli animasyon aracında atom, link, molekül, etiket ve animasyon olmak üzere beş mod bulunmaktadır. Atom modunda bulunan farklı atomlar link moduyla birbirine bağlanıp, molekül modunda çoğaltılıp moleküle dönüştürülüp, etiket modunda isimlendirilip, animasyon modunda bir seri oluşturularak fiziksel ve kimyasal süreçleri gösteren animasyon tamamlanır. Çalışmada, Chemation, 2D molekül modelleri ve dinamik süreçleri gösteren “flip-book” tarzı animasyonlar oluşturmada öğrencilere kullanılmıştır. Özmen (2011a) ise çalışmasında animasyonlarla desteklenmiş KDM’lerin hal değişiminde maddelerin taneciklerinde meydana gelen değişimleri anlamalarına etkisini artırmaya yönelik 16 etkileşimli animasyon kullanmıştır. Animasyonlarda resimler, grafikler, üç boyutlu gösterimler, problem çözme egzersizleri yer almaktadır. Animasyonlar farklı sıcaklık ve hallerdeki maddelerin taneciklerinin büyüklük, sayı, hız ve tanecikler arası boşluklarıyla ilgilidir.

Yapılan çalışmalarda çoğunlukla animasyonların (Chang ve diğ., 2010; Kolomuç, 2012; Özmen, 2011a; Sanger ve diğ., 2007; Yeziarski, 2003) ve sonra simülasyonların (Papageorgiou ve diğ., 2008; Stern ve diğ., 2008) kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda BDÖ’nün, öğrencilerin anlama düzeylerinin artırılmasında (Kolomuç, 2012; Özmen, 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Pierri ve diğ., 2008; Sanger ve diğ., 2007; Snir ve diğ., 2003; Yeziarski, 2003) ve alternatif kavramların giderilmesinde (Kolomuç, 2012; Özmen, 2011a; Yeziarski, 2003) etkili olduğu ortaya konulmuştur.

2. 2. Literatür Taramasının Sonucu

FTÖP, öğrencilerin ön bilgilerinin belirlenerek öğrenme ortamlarının buna göre düzenlenmesi gerektiğini savunan yapılandırmacı yaklaşıma göre hazırlanmıştır. FTÖP’e yönelik olarak hazırlanan öğrenci ve öğretmen rehber materyallerinin de yapılandırmacı yaklaşımın fen bilimleri eğitiminde genel kabul gören, en yaygın ve kullanışlı modeli olan (Bybee ve diğ., 2006; Gül 2011; Keser, 2003; Metin ve Özmen, 2009) 5E modeline göre geliştirildiği bilinmektedir. Girme, Keşfetme, Açıklama, Derinleşme ve Değerlendirme basamaklarından oluşan 5E modeline göre tasarlanan öğrenme ortamları öğrencilerin, ön bilgilerini tespit etme ve varsa alternatif kavramalarını belirleme ve kavramsal değişimi

sağlama fırsatı tanır. İlgili literatür incelendiğinde 5E öğretim modelinin kavram öğretiminde sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları 5E modelinin sadece öğrenci başarısı üzerine etkisini araştırırken, bazıları sadece alternatif kavramaların giderilmesi üzerine etkilerini, bazıları da hem başarı hem de alternatif kavrama üzerine etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmalarda 5E modelinin öğrencilerin başarı düzeylerinin artırılmasında, alternatif kavramalarının giderilmesinde, kavramsal değişimin sağlanması ve derse karşı tutumun artırılmasında etkili olduğu görülmüştür. Çalışmaların bazılarında ise 5E modeline uygun rehber materyal geliştirilmiştir. Ancak bu çalışmalar sayı ve kapsam olarak sınırlıdır. Çünkü çalışmaların hem örneklem grupları açısından sınırlı olduğu, hem de MTY ile ilgili sınırlı sayıda kavrama yönelik olarak yapıldıkları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin tanecikli yapı fikriyle ilk kez karşılaştıkları sınıf seviyesi olduğu düşünüldüğünde 6. sınıf seviyesinde kapsamlı bir ünite olan MTY ünitesinin tamamını kapsayan yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline göre, materyal geliştirme ve uygulamayı içeren, öğrenci başarısına, alternatif kavramaların giderilmesine ve kalıcılığa etkisini araştıran bir çalışmaya ihtiyaç olduğu ve bu çalışmanın alana önemli bir katkı sağlayabileceği literatür analizine dayalı olarak söylenebilir. Bu, literatür taraması sonucu ulaşılan bir değerlendirmedir.

Yapılan çalışmaların incelenmesinden, fen bilimlerinin diğer konularında olduğu gibi, ilkökul seviyesinden üniversite seviyesine kadar her seviyeden öğrencinin MTY ile ilgili anlama güçlüğü çektiği ve alternatif kavramalara sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Literatürdeki çalışmalar öğrencilerin en çok maddenin farklı hallerinde, hal değişimlerinde, fiziksel ve kimyasal değişimlerde taneciklerin özelliklerindeki değişimleri anlamakta zorluk çektiklerini ortaya koymaktadır. Ayrıca öğrencilerin, maddenin tanecikli ve boşluklu yapısı fikrini günlük hayattan olayların açıklanmasında yeterince kullanamadıkları ve çeşitli alternatif kavramalara sahip oldukları anlaşılmaktadır. Tespit edilen alternatif kavramaların genellikle benzer olduğu ve maddelerin tanecikli değil de sürekli yapıda olduklarına, taneciklerin de maddenin makroskobik özelliklerine (renk, koku, sertlik, erime vb.) sahip olduklarına inanma şeklinde ortaya çıktığı görülmektedir. Ayrıca öğrenciler taneciklerin düzenlenmesi, tanecikler arası boşluklar, tanecik sayıları, tanecik büyüklüğü ve taneciklerin hareketi gibi mikroskobik özelliklerle ilgili sınırlı bilgiye veya alternatif kavramalara sahiptirler. Ayrıca öğrenciler maddenin halleri, hal değişimleri, element, bileşik, karışım, saf madde, atom molekül, fiziksel ve kimyasal değişim kavramlarıyla ilgili alternatif kavramalara sahip oldukları literatürde belirtilmektedir. Bütün bu detaylı literatür analizi hemen her seviyedeki öğrencilerin MTY ile ilgili kavramları anlama konusunda başarısız olduklarını, zorlandıklarını ve çeşitli alternatif kavramalara sahip olduklarını açıkça ortaya koymaktadır. Bu anlamda MTY ile ilgili yapılan çalışmaların analizi, bir

yönüyle alternatif kavrama belirlemeye yönelik araştırmaların çok geniş bir şekilde yapıldığını ve artık bu tür araştırmalara çok ihtiyaç kalmadığını gösterirken, bir yönüyle de bu alternatif kavramaların sonraki öğrenmeleri olumsuz etkilediğini belirterek giderilmelerine yönelik araştırmaların yapılmasını önermektedir. Ayrıca literatür, MTY ile ilgili kavramların öğretimine ve alternatif kavramaların giderilmesine yönelik yapılan çalışmalarını da içerdüğinden, günümüze kadar bu anlamda yapılan çalışmaların eksik veya yetersiz yönlerinin tespitine de ışık tutmaktadır. Bu yönüyle de çalışma öncesinde yapılan literatür taraması, çalışmanın teorik alt yapısının oluşturulması ve gerekçelendirilmesi boyutunda önemli katkılar sağlamıştır.

Alternatif kavramaların öğrencilerin sonraki öğrenmelerini ve zihinlerinde yeni ve doğru kavramları geliştirmelerini olumsuz yönde etkilemesinden dolayı etkili kavram öğretiminin gerçekleştirilmesi sürecinde öncelikle öğrencilerin sahip oldukları ön bilgileri ve varsa alternatif fikirleri belirlenmelidir. Literatüre bakıldığında alternatif kavramaların belirlenmesinde açık uçlu ve çoktan seçmeli sorular ile mülakatlar daha sık kullanılmakla birlikte, kısa cevaplı soruların, çizimlerin, doküman analizinin, kavram haritalarının ve TGA yönteminin de kullanıldığı görülmektedir. Bu veri toplama araçlarından biri veya birkaçı birlikte kullanılarak öğrencilerin MTY ve ilişkili kavramlarla ilgili anlamalarının ve sahip oldukları alternatif kavramaların belirlendiği görülmektedir. Test formatının kavramsal gelişim ile ilgili yapılan araştırmaların sonuçları üzerinde etkili olması (Bar ve Travis, 1991; Kenan, 2005) alternatif kavramaların belirlenmesinde farklı veri toplama araçlarının birlikte kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır. Literatürdeki bu bulgulardan hareketle, bu çalışmada öğrencilerin alternatif kavramalarının belirlenmesinde veri toplama aracı olarak, iki aşamalı çoktan seçmeli sorular, kısa cevaplı sorular, açık uçlu sorular, mülakatlar, çizimler ve doküman analizi (Çalışma yaprakları ve TGA) kullanılmıştır. İlgili literatüre bakıldığında, testlerin öğrencilerin kavramsal anlamalarını, ön bilgilerini ve alternatif kavramalarını tespit etmek amacıyla sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Amacına uygun olarak hazırlansa da çoktan seçmeli testlerle, öğrencilerin alternatif kavramaları hakkında bilgi sahibi olunabilirken verilen cevapların nedenleriyle ilgili bilgi sahibi olunamaz (Ayas, 1995). Bu nedenle çoktan seçmeli testlerin olumlu yönlerini taşıyıp olumsuz yönlerini en aza indiren iki aşamalı teşhis edici testler geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Bu avantajlarından dolayı öğrencilerin alternatif kavramalarının belirlenmesinde iki aşamalı kavram testi (MTYKT) geliştirilmiş ve kullanılmıştır.

Literatürde öğrencilerde, soyut kavramların somutlaştırılmasında, alternatif kavramaların düzeltilmesinde, kavramsal değişimin sağlanmasında ve anlama düzeylerinin artırılmasında birçok farklı öğretim yöntem ve teknikleri kullanılmaktadır. Son yıllarda fen bilimleri alanında yapılan birçok çalışmada olduğu gibi MTY ile ilgili

kavramların öğretiminde de bahsedilen yöntem ve teknikler kullanılarak kavramsal değişimin gerçekleştiği ve öğrencilerde kalıcı öğrenmenin sağlandığı rapor edilmektedir. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını sağlamada, alternatif kavramalarını gidermede ve doğru kavramları yapılandırmalarını sağlamada çeşitli yöntemler tek başlarına kullanılabildiği gibi, birbirlerinin eksikliklerini ve olumsuz yönlerini ortadan kaldıracak ve etkilerini artıracak şekilde birlikte kullanılmaları gerektiği literatürde yaygın olarak ifade edilmektedir (Alvermann ve diğ., 1995; Dole, 2000; Guzzetti, 2000; Huddle ve diğ., 2000; Özmen, 2011a; Şahin, 2010; Türk ve Çalık, 2008). Farklı yöntem ve teknikler birlikte kullanılarak geliştirilen materyallerin ve yapılan uygulamaların öğrencilerin kavramsal anlamalarını sağlamada, alternatif kavramalarını gidermede oldukça etkili olduğu son yıllarda yapılan birçok çalışmayla da ortaya konulmuştur (Adadan ve diğ., 2010; Chang ve diğ. 2001; Çalık, Kolomuç ve Karagölge 2010; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Özmen, 2011a; Pierrri ve diğ., 2008; Yezierski ve Birk, 2006). Bütün bu literatür bulguları, kavram öğretimine ve özellikle öğrencilerin alternatif kavramalarını değiştirmeye yönelik olarak yürütülen çalışmalarda çoklu öğretim tekniklerinin birlikte kullanılmasının daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle bakıldığında, özellikle MTY ünitesindeki kavramların öğretiminde önemli güçlüklerin yaşanıyor olması, literatürdeki bu analiz bulgularından yola çıkılarak çoklu tekniklerle zenginleştirilmiş materyallerin bu kavramların öğretimine yönelik olarak etkilerinin belirlenmesini bir ihtiyaç olarak ortaya koymaktadır. MTY ünitesine yönelik yapılan araştırmaların detaylı bir şekilde incelenmiş olması, hem bu anlamdaki çalışmaların nicelik olarak yetersizliğini, hem de zenginleştirilmiş bir öğretim materyalinin başarılı olma ihtimalinin yüksek olabileceği yönündeki öngörülerini ortaya koymakta fayda sağlamaktadır.

Genel olarak fen ve kimya kavramlarının öğretiminde teknoloji kullanımına yönelik araştırmaların sonuçlarının ortaya koyduğu önemli bulgulardan birisi de, animasyonlara ve simülasyonlara dayalı olarak yürütülen BDÖ uygulamalarının özellikle soyut fen kavramlarının somutlaştırılmasında ve öğrencilerin mikroskobik düzeyde gerçekleşen tanecikler arası etkileşimleri görmelerinde son derece etkili olduklarıdır (Ardaç ve Akaygün, 2004; Bunce ve Gabel, 2002; Çalık, Kolomuç ve Karagölge, 2010; Ebenezer, 2001; Kelly ve Jones, 2007; Özmen, 2008; Sanger ve Greenbowe, 2000; Yezierski ve Birk, 2006). Ayrıca mikroskobik düzeyde gerçekleşen olayları gören öğrencilerin kimyada gerçekleşen olayları anlama ve kavramsal düzeyde açıklama yapabilme anlamında daha başarılı oldukları da ifade edilmektedir (Ardaç ve Akaygün, 2004; Bunce ve Gabel, 2002; Çalık, Kolomuç ve Karagölge, 2010; Kelly ve Jones, 2007; Özmen, 2008). Öte yandan, bilgisayar destekli öğretimin mikro düzeyde gerçekleşen olayları görme fırsatı vermesine rağmen, bu tür uygulama üzerinde her zaman faydalı bir etkisinin olmadığı ve mutlaka

sözel açıklamalarla desteklemeleri gerektiği de literatürde ifade edilmektedir (Ainsworth, 1999; Guzzetti, 2000; Jacobson ve Kozma, 2000; Kozma ve diğ., 2000; Tversky ve diğ., 2002). Hatta son yıllarda BDÖ uygulamalarının diğer tekniklerle ve sözel açıklamalarla desteklendiği çalışmalara da rastlanmaktadır (Ardaç ve Akaygün, 2004; Barnea ve Dori, 1999; Snir ve diğ., 2003; Özmen, 2011a; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009). Bütün bu literatür bulguları, BDÖ'ye dayalı öğretim uygulamalarının özellikle mikroskobik düzeydeki olayları açıklamada etkili olduğunu, ancak mutlaka farklı tekniklerle zenginleştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle MTY ünitesindeki kavramların mikroskobik dünyada gerçekleşen olaylarla ilgili olması, literatürden elde edilen bu bulgulara dayalı olarak, bu ünitenin öğretiminde BDÖ uygulamalarının etkili olabileceği, ancak bu uygulamaların farklı tekniklerle zenginleştirilmesi gerektiği düşüncesinin oluşmasına ve bu çalışmanın materyal geliştirme sürecinin şekillenmesine önemli katkı sağlamıştır.

Literatürde yer alan materyal geliştirme çalışmalarında herhangi bir felsefe ya da öğrenme kuramının temel alındığının açıkça belirtilmediği, fakat bir öğrenme kuramını ya da felsefeyi esas alan çalışmalarda daha arzu edilir sonuçların elde edileceği ifade edilmektedir (Çalık, 2006). Bu nedenle son yıllarda yapılan araştırmalarda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BDÖ materyali geliştirme ve etkililiğinin araştırılması çalışmaları hız kazanmıştır. Bu çalışmalara bakıldığında yapılandırmacı yaklaşımın BDÖ ile desteklendiği ve çoğunlukla 5E modelinin tercih edildiği görülmektedir (Çalık, Kolomuç ve Karagölge, 2010; Gül, 2011; Hançer 2005; Kolomuç, 2009; Pektaş, 2008; Saka ve Akdeniz, 2006). Bazı çalışmalarda BDÖ materyali yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak geliştirilirken, bazı çalışmalarda ise geliştirilen materyalin yapılandırmacı yaklaşıma göre kullanıldığı görülmektedir. Hangi şekilde ve hangi modele göre olursa olsun yapılandırmacı yaklaşıma uygun BDÖ'nün öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesi, başarılarının artırılması, kalıcılığın sağlanması ve tutumlarının olumlu yönde geliştirilmesinde önemli ölçüde katkı sağladığı görülmektedir. Bu literatür bulgusu, çalışmada geliştirilen BDÖ materyalinin yapılandırmacı bir anlayışla ve 5E modeline uygun olarak geliştirilmesi düşüncesinin oluşmasında etkili olmuştur.

Sonuç olarak literatürde;

- MTY fikrinin birçok fen kavramının ve günlük hayattan olayların anlaşılmasında temel teşkil ettiğinin belirtilmesi ve MTY kavramının mikroskobik ve soyut bir kavram olmasından dolayı her seviyeden öğrencinin anlama güçlüğü çektiğinin ve alternatif kavramalara sahip olduğunun ortaya konulması,
- MTY fikrinin ilk kullanıldığı seviye olarak ortaokul 6. sınıf seviyesinin bildirilmesi ve bu seviyede çalışmaların yeterli olmadığına görülmesi,

- BDÖ'nün öğrencilerin anlamalarına olumlu etkisinin birçok çalışmada rapor edilmesi,
- 5E modelini temel alan çalışmaların etkili öğrenmeyi sağlamadaki başarısının rapor edilmesi ve FATİH projesi kapsamında nitelikli materyal ihtiyacının artacağına ifade edilmesi,
- Herhangi bir felsefeyi temel alan materyallerin daha başarılı olacağına ve yapılandırmacı yaklaşımın 5E öğretim modelinin farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanılması için uygun bir model olduğunun ifade edilmesine rağmen, 5E modeline göre geliştirilen BDÖ materyallerine yeterince yer verilmemesi,
- BDÖ materyalinin geliştirilmesinde kullanılan ADDIE modelinin öğretim ortamı tasarımı için oldukça etkili, başarılı ve sık kullanılan bir model olduğunun belirtilmesi ve sıklıkla tercih edildiğinin görülmesi,
- BDÖ materyalinde yer alan etkinliklerin geliştirilmesinde kullanılan TGA'ların ön bilgilerin ve alternatif kavramların belirlenmesinde ve etkili öğretimin gerçekleşmesinde özellikle deney ve etkinliklerin kullanıldığı öğretim uygulamalarında sıklıkla kullanıldığına görülmesi
- BDÖ materyalinde tüm konu ve etkinliklerde yer alan KDM'lerin alternatif kavramların giderilmesinde etkili bir şekilde kullanıldığına rapor edilmesi,
- BDÖ materyalinde birlikte kullanılan KDM, TGA, KH, AÇT, analogiler, animasyonlar, simülasyonlar ve alternatif değerlendirme araçları ve materyali destekleyici olarak kullanılan ÇY gibi farklı yöntem ve tekniklerin birbirinin eksikliğini tamamladığını ve öğretimin etkililiğini artırdığını rapor eden çalışmaların son yıllarda artması,
- Test formatının elde edilen sonuçlar üzerine etkili olduğunun belirtilmesi sebebiyle, öğrencilerin anlamalarının belirlenmesinde son yıllarda sıklıkla kullanılmaya başlandığı ifade edilen iki aşamalı sorular da dahil olmak üzere farklı soru tiplerinden oluşan veri toplama araçlarının kullanıldığına görülmesi,
- Tüm bu özellikleri taşıyan bir çalışmaya rastlanılmaması,

çalışma kapsamında MTY ünitesine yönelik olarak, veri toplama araçların ve farklı yöntem ve tekniklerin kullanıldığı zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin ve çalışma yapılarının geliştirilerek, etkililiğinin araştırılmasında etkili olmuştur.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada, ortaokul 6. sınıf Fen ve Teknoloji Dersi “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesi ile ilgili öğrencilerin anlamalarının artırılması, alternatif kavramalarının giderilmesi ve kalıcı öğrenmenin sağlanması amacıyla zenginleştirilmiş BDÖ materyali ve çalışma yaprakları geliştirilerek uygulanmış ve uygulama sonuçları değerlendirilmiştir. Bu bölümde, araştırmanın tasarlanması, yöntemi, örnekleme, materyallerin geliştirilme ve uygulanma süreçleri, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, uygulanması ve toplanan verilerin analizinde yapılan işlemler hakkında ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir.

3. 1. Araştırma Modeli

Sistemik bir yöntem kullanmak suretiyle, belli bir müdahalenin kontrol edilebilir şartlar altında bir sorunun çözümünde ne ölçüde etkili olduğunu belirlemek amacıyla yürütülen çalışmalara deneysel araştırma denir. Deneysel araştırmalar, araştırmacı tarafından kontrol altına alınmış ortamlarda, ele alınan değişkenlerin neleri, ne oranda etkilediğini ve hangi şartlar altında nasıl değiştiğini görmek üzere yürütülmektedir (Özmen, 2014). Deneysel araştırmalarda basit deneysel (pre-experimental), tam deneysel (true-experimental) ve yarı deneysel (quasi-experimental) olmak üzere üç farklı desen kullanılmaktadır. Basit deneysel desenlerde kontrol grubu kullanılmadan sadece deney grubu üzerinde müdahale yapılmakta ve etkisi belirlenmeye çalışılmaktadır. Basit deneysel desenler kontrol grubu içermemeleri nedeniyle tercih edilmemektedir. Tam deneysel desende hem deney ve kontrol grupları, hem de bu gruplardaki örneklemeler rastgele atama yoluyla belirlenmektedir. Yarı deneysel desende ise örneklemin tamamen yansız olarak seçilmesi mümkün olmamakta, daha önceden oluşmuş gruplar aynen alınmakta ve gruplar şans yoluyla deney grubu ve kontrol grubu olarak atanmaktadır (Kaptan 1998; Robson 1998; Özmen, 2014). Deneysel yöntemde deney grubuna müdahale yapılırken kontrol grubuna herhangi bir müdahale yapılmamaktadır (Cohen ve Manion, 1994; Çepni, 2007). Uygulamadan kaynaklanan etkinin belirlenmesi amacıyla veri toplama araçları hem deney hem de kontrol gruplarında ön test ve son test olarak uygulanmakta ve istatistiksel karşılaştırmalar yapılmaktadır.

Ülkemiz eğitim sisteminde, okullarda öğrencilerin deney ve kontrol gruplarına, araştırma için gelişmiş güzel dağıtılması ve yeni sınıfların oluşturulması mümkün olmamaktadır (Kaptan, 1998). Bu durum eğitim araştırmalarında tam deneysel desenlerin kullanılmasını oldukça güç hale getirmekte ve bu nedenle eğitim bilimleri alanında yürütülen deneysel araştırmalarda, daha önceden okul yönetimlerince oluşturulmuş ve

birbirine nispeten denk olan sınıfların rastgele deney ve kontrol grubu olarak seçildiği yarı deneysel desenler kullanılmaktadır. Bu çalışmada da aynı gerekçe ile yarı deneysel desenin ön test, son test eşitlenmemiş kontrol gruplu modeli (Özmen, 2014, s.60) kullanılmıştır. Çalışmada veri toplama araçları hem ön test, hem son test, hem de gecikmiş test olarak uygulanmıştır.

Çalışmada kullanılan modelin simgesel gösterimi aşağıda verilmiştir:

Deney Grubu	T ₁	X	T ₂	T ₃
Kontrol Grubu	T ₁	Y	T ₂	T ₃

T₁ : Veri toplama araçlarının öntest olarak uygulanması

X : Deney grubuna yapılan müdahale

Y : Kontrol grubunda yürütülen öğretim

T₂ : Veri toplama araçlarının son test olarak uygulanması

T₃ : Veri toplama araçlarının gecikmiş olarak uygulanması

Çalışmanın yürütüldüğü okulda 6. sınıflar oluşturulurken, öğrenciler okul idaresi tarafından not ortalamalarına bakılarak sınıflara dengeli olarak dağıtılmıştır. Beş tane altıncı sınıf içerisinde seçilen akademik başarıları ve sosyal çevreleri yönünden birbirine denk öğrencilerden oluşan iki sınıf rastgele deney ve kontrol grubu olarak seçilmiştir. Deney grubunda zenginleştirilmiş BDÖ materyali kullanılarak öğretim yapılırken, kontrol grubunda mevcut kullanılan öğretmen rehber kılavuzu (Taşar, 2011) takip edilerek 5E modeline uygun olarak öğretim yapılmıştır.

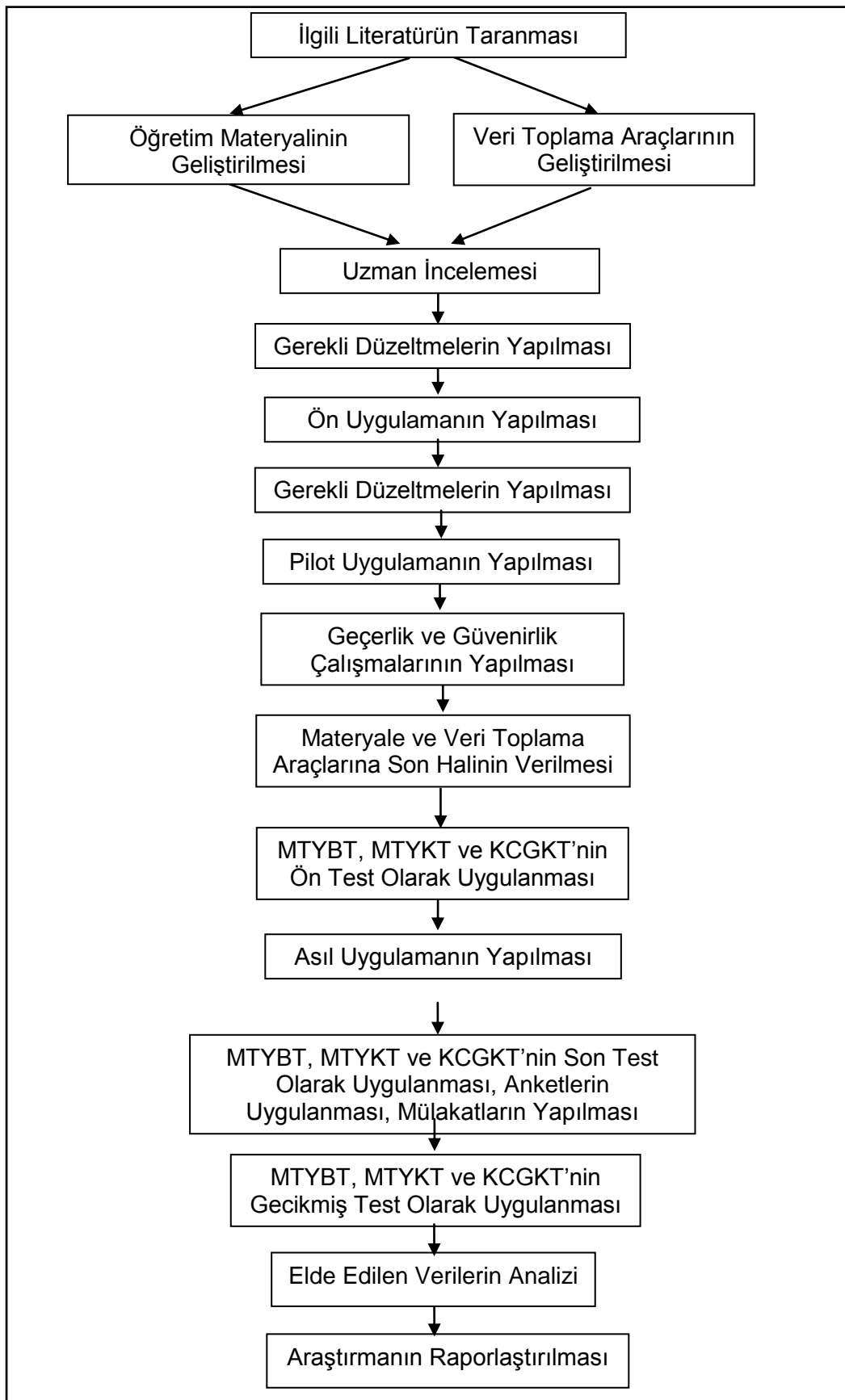
Deneysel desenlerin temel koşullarından birisi, bağımlı değişken üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılan bağımsız değişkenleri tanımlayan en az iki farklı durumun olması ve bağımsız değişkenin araştırmacı tarafından manipüle ediliyor olmasıdır (Büyüköztürk, 2011; Özmen, 2014). Bu araştırmadaki bağımsız değişkenler deney grubunda uygulanan BDÖ materyaline dayalı uygulama ve kontrol grubunda uygulanan 5E modeline dayalı uygulamadır. Araştırmanın bağımlı değişkeni ise her iki grup için öğrenci başarısında meydana gelen değişimdir. Kısaca bağımsız değişkenler kullanılan yöntemler iken, bağımlı değişken öğrenci başarısıdır.

3. 1. 1. Araştırmanın Tasarlanması

Araştırmanın tasarlanması aşamasında; literatür taraması, ünitenin belirlenmesi, materyallerin tasarlanması, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, uygulamaların yapılması, değerlendirmenin yapılması ve araştırmanın rapor halinde sunulması şeklinde bir sıra takip edilmiştir.

Öncelikle literatürde yapılan çalışmalar dikkate alınarak, öğrencilerin anlama güçlüğü çektikleri ve alternatif kavramalara sahip oldukları konu ve kavramlar incelenmiştir. Yapılan literatür taraması sonucunda, birçok fen kavramının anlaşılmasında temel oluşturması, her seviyeden öğrencinin anlama güçlüğü çekmesi ve alternatif kavramalara sahip olması nedeniyle (Bölüm 2. 1. 7) çalışılacak olan ünite tanecikli yapı fikrinin kullanıldığı ilk sınıf seviyesi olan ortaokul 6. sınıf “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesi olarak belirlenmiştir. Ayrıca FTÖP’te tanecikli yapı fikri yine 6. sınıf seviyesinde “Madde ve Isı” ile “Işık ve Ses” ünitelerinde, 7. sınıf seviyesinde “Yaşamımızdaki Elektrik” ile “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitelerinde ve 8. sınıf seviyesinde “Maddenin Yapısı ve Özellikleri”, “Ses” ve “Maddenin Halleri ve Isı” ünitelerinde kullanılmaktadır.

Çalışılacak ünite belirlendikten sonra MTY ve üniteye diğer kavramlarla ilgili literatür taraması yapılarak öğrencilerin anlama güçlükleri ve alternatif kavramaları belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan veri toplama araçlarının ön ve pilot uygulamalarından elde edilen veriler de öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kavramların ve alternatif kavramaların belirlenmesinde kullanılmıştır. Öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramaların nedenlerinin belirlenmesinde, literatürden ve geliştirilen iki aşamalı kavram testindeki (MTYKT) soruların ikinci aşamasının açık uçlu olarak uygulanmasından elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Araştırmacının öğretmen olması nedeniyle deneyimleri, literatürdeki araştırmaların önerileri, belirlenen anlama güçlükleri ve alternatif kavramalar dikkate alınarak hem araştırmada kullanılan veri toplama araçları, hem de BDÖ materyali geliştirilmiştir. Uzman görüşleri alınarak öğretim materyallerinde ve veri toplama araçlarında gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Materyallerin ve veri toplama araçlarının ön uygulamaları yapılarak uygulamalar esnasındaki araştırmacı gözlemleri neticesinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ardından pilot uygulamalar yürütülmüş ve belirlenen eksiklik ve aksaklıklar giderilmiştir. Veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmış ve hem materyallere hem de veri toplama araçlarına son şekli verilmiştir. Son şekli verilen materyal ve veri toplama araçlarının asıl uygulamaları yapılmıştır. Literatürde yapılan araştırmalar dikkate alınarak elde edilen verilerin nasıl analiz edileceği belirlenmiş ve analizleri yapılmıştır. Araştırmanın raporlaştırılmasıyla süreç tamamlanmıştır. Araştırmanın işlem basamakları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması

Şekil 2'deki işlem basamakları takip edilerek konu belirlenmiş, materyaller ve veri toplama araçları geliştirilmiş, ön, pilot ve asıl uygulamalar yapılmış, veriler toplanmış ve analiz edilerek çalışma tamamlanmıştır. Araştırmaya ait çalışma takvimi Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Araştırmaya Ait Çalışma Takvimi

Süreç	Yapılan Çalışmalar	Uygulama Zamanı
Literatür Taraması	Araştırma ile ilgili literatür taraması	Eylül 2009 - Kasım 2013
	FTÖP, öğretmen ve öğrenci rehber materyallerinin incelenmesi	
Materyal ve Veri Toplama Araçları Geliştirme	Materyalin ve veri toplama araçlarının geliştirilmesi	Ekim 2009 – Kasım 2011
	Geliştirilen rehber materyallerin ve veri toplama araçlarının kapsam geçerliliği hakkında uzman görüşleri alınması	
Ön Uygulama	BDÖ materyalinin ve çalışma yapraklarının ön uygulaması	Kasım- Aralık 2010
	Veri toplama araçlarının ön uygulaması	
Pilot Uygulama	BDÖ materyalinin ve çalışma yapraklarının pilot uygulaması	Nisan-Mayıs 2011
	Veri toplama araçlarının pilot uygulaması	
	MTYBT ve MTYKT'nin güvenilirlik ve geçerlik analizi	
	Mülakat sorularının pilot uygulaması	
Asıl Uygulama	Veri toplama araçlarının asıl uygulaması	Ocak-Şubat-Mart 2012
	BDÖ materyalinin ve çalışma yapraklarının asıl uygulaması	
	Mülakatların yapılması	
Verilerin Analizi	Elde edilen verilerin analizinin yapılması	Mart 2012- Eylül 2013
Raporlaştırma	Çalışmanın raporlaştırılması	Ocak 2011- Aralık 2013

Tablo 10'da belirtilen çalışma takvimi takip edilerek literatür taraması yapılmış, materyal ve veri toplama araçları geliştirilmiş, ön, pilot ve asıl uygulamalar yapılmıştır. Asıl uygulamalarda MTY ünitesi FTÖP'te belirtilen ünite sıralamasına göre işlenirken, ön ve pilot uygulamalarda ünitelerin yerleri değiştirilerek yapılan yıllık plana göre işlenmiştir.

3. 2. Araştırma Grubu

Bu araştırmada ön uygulama, pilot uygulama ve asıl uygulama aşamalarında 6. sınıf seviyesinden üç farklı örneklem grubundan faydalanılmıştır. Asıl uygulama aşamasının örneklemini Trabzon ilindeki bir ilköğretim okulunun iki adet 6. sınıfında bulunan toplam 82

öğrenci oluşturmaktadır. Öğrencilerin 41'i deney, 41'i de kontrol grubunda yer almaktadır. Asıl uygulamaların yanı sıra ön ve pilot uygulamaların yürütüldüğü örneklem grubundaki öğrenci sayıları da Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Örneklemdaki Öğrenci Sayıları

Uygulama	Örneklem	
	Deney Grubu (N)	Kontrol Grubu (N)
Ön Uygulama	38	-
Pilot Uygulama	40	40
Asıl Uygulama	41	41

Öğrenciler 6. sınıfın başında okul idaresi tarafından not ortalamalarına bakılarak beş farklı sınıfa dengeli olarak rastgele dağıtılmaya çalışılmıştır. Bu nedenle sınıflar akademik başarıları ve sosyal çevreleri yönünden birbirine yakındır. Ancak yine de sınıflar arasında akademik başarıları yönünden az da olsa farklılıklar bulunduğu Fen ve Teknoloji dersi birinci yazılı ortalamalarına göre birbirine en yakın sınıflar asıl çalışmanın örneklemini olarak belirlenmiştir. Bu sınıflardan birisi rastgele deney, diğeri ise rastgele kontrol grubu olarak seçilmiştir. Bu grupların öğretmenlerinin seçiminde ise deney grubunda BDÖ materyali kullanıldığından, bilgisayar kullanma düzeyi iyi olan öğretmenin deney grubunda, diğeri öğretmenin ise kontrol grubunda görevlendirilmesi sağlanmıştır. Öğretmenlerin çalışmaya katılımları gönüllülük esasına dayalı olarak gerçekleşmiştir. Tablo 12'de uygulamaları yürüten deney ve kontrol grubu öğretmenlerinin demografik özellikleri verilmiştir.

Tablo 12. Deney ve Kontrol Grubu Öğretmenlerinin Özellikleri

Öğretmen	Cinsiyet	Yaş	Eğitim düzeyi/ Mezun olduğu Bölüm	Görev Süresi (Yıl)	Bilgisayar kullanma düzeyi
A öğretmeni (Kontrol grubu)	Bayan	45	Lisans / Kimya Öğretmeni	19	Orta
B öğretmeni (Deney grubu)	Bay	40	Lisans / Kimya Öğretmeni	15	İyi

Uygulamalar, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin dersine giren iki farklı öğretmen tarafından 2011–2012 öğretim yılının Ocak, Şubat ve Mart aylarında birinci dönemin sonu ve ikinci dönemin başında yürütülmüştür. Araştırmacı, uygulamaları sürekli informal

gözlemler yaparak takip etmiş ve gerekli durumlarda müdahale etmiştir. Böylece deney grubunda uygulamaların materyal çerçevesinde, kontrol grubunda ise öğretmen kılavuzu takip edilerek 5E modeline göre yürütülmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Deney ve kontrol grubu uygulamalarının birbirinden etkilenmemesi gerekçesiyle farklı öğretmenler tarafından yürütülmesi bir dezavantaj gibi görülse de, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarını aşama aşama ve net olarak ortaya koyan öğretmen materyalleri kullanılması ve sınıf gözlemleri yapılması sayesinde bu dezavantaj giderilmeye çalışılmıştır.

3. 3. Veri Toplama Araçlarının ve Materyalin Geliştirilmesi

Bu başlık altında çalışmada kullanılan veri toplama araçlarının ve öğretim materyalinin geliştirilmelerine ait bilgilere yer verilmiştir.

3. 3. 1. Veri Toplama Araçları

Çalışmadan elde edilen verilerin toplanmasında testler, mülakatlar ve anket kullanılmıştır. Çalışmada, çoktan seçmeli “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi” (MTYBT), iki aşamalı çoktan seçmeli “Maddenin Tanecikli Yapısı Kavram Testi” (MTYKT), üç bölümden oluşan “Kısa Cevap Gerektiren Kavram Testi” (KCGKT), “BDÖ Materyali Değerlendirme Anketi” (BDÖ MDA) ve yarı yapılandırılmış mülakatlar veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Asıl uygulama öncesinde veri toplama araçlarının ön ve pilot uygulaması yapılmıştır.

3. 3. 1. 1. Testler

Testler genel olarak; kısa cevap gerektiren testler, sınıflama gerektiren testler, yazılı cevap gerektiren testler, iki aşamalı testler ve çoktan seçmeli testler olmak üzere beş grupta toplanabilir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Bu çalışmada veri toplama aracı olarak çoktan seçmeli test, iki aşamalı test ve kısa cevap gerektiren testler kullanılmıştır. Testlerin geliştirilmesi aşamasında ilköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programında (MEB, 2006) yer alan öğrenci kazanımları göz önünde bulundurulmuştur.

Çalışmada, öğrencilerin anlama düzeylerinin belirlenmesinde çoktan seçmeli başarı testi MTYBT kullanılmıştır. Öğrencilerin alternatif kavramalarının, kavramsal yapılarındaki farklılaşmanın ve kalıcılığın belirlenmesinde ise iki aşamalı çoktan seçmeli kavram testi MTYKT ve üç bölümden oluşan kısa cevaplı sorulardan meydana gelen KCGKT kullanılmıştır. Geliştirilen testler hakkında öncelikle uzman ve öğretmen görüşleri alınmıştır. İnceleme sonucunda soruların hazırlanma amacına uygun nitelikte olduğu ve

ilgili konuyu kapsadığı belirtilmiştir. Öneriler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmış ve pilot olarak uygulanmıştır. Uygulama esnasında testteki soruların anlaşılabilirliği ve testin cevaplanması için gereken süre belirlenmiştir. Uygulama sonucu başarı testi (MTYBT) ve kavram testi (MTYKT) için geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmıştır.

3. 3. 1. 1. 1. Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi (MTYBT)

Öğrencilerin MTY ünitesi ile ilgili anlama seviyelerini ve başarı düzeylerini belirlemek amacıyla çalışmada çoktan seçmeli MTYBT kullanılmıştır. Bu test, ünite kazanımlarına yönelik olarak geliştirilen 25 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Her bir sorunun ait olduğu kazanım Tablo 13'te verilmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen her bir soruda 4 seçenek bulunmaktadır. Seçeneklerden biri doğru cevabı, diğer üçü ise çeldiricileri oluşturmaktadır.

Tablo 13. MTYBT Kazanım Tablosu

Bölüm	Öğrenci Kazanımları	Soru No
1. Maddeyi Oluşturan Tanecikler	1. Maddenin yapı taşları olan atom ile ilgili olarak öğrenciler;	2
	1.1. Katıların, sıvıların ve gazların sıkışma genişleme özelliklerini karşılaştırır.	2, 3
	1.2. Gazların sıkışma-genleşme özelliklerinden, gazlarda boşluk olduğu çıkarımını yapar	3, 4
	1.3. Maddelerin görünmez küçük parçalara bölünebildiğini deney yaparak fark eder.	4
	1.4. Maddelerin nereye kadar ardışık bölünebileceğini sorgular.	1, 4, 5, 6
	1.5. Her türden maddenin bölünmesi zor, görülemeyecek kadar küçük yapı taşlarından oluştuğunu belirtir.	5, 6
	1.6. Maddenin, küreye benzer yapı taşlarını atom şeklinde adlandırır.	5, 6
	1.7. Atom kavramı ile ilgili düşüncelerin zaman içinde değiştiğini fark eder.	5, 6
2. Element ve Bileşikler	1.8. Atomların daha da küçük parçacıklardan oluştuğunu ifade eder.	5, 6
	2. Maddelerin özellikleriyle tanecikli yapısı arasında ilişki kurmak bakımından öğrenciler;	8
	2.1. Maddelerin farklı olmasından yola çıkarak atomların da farklı olabileceği sonucuna ulaşır.	7, 8, 22
	2.2. Aynı cins atomlardan oluşmuş maddeleri "element" şeklinde adlandırır.	9, 11, 23
	2.3. Bileşik modelleri üzerinde farklı element atomlarını ayırt eder.	7, 8, 9, 11, 23
	2.4. Farklı atomlar içeren saf maddeleri "bileşik" olarak adlandırır.	9, 10, 11, 24
	2.5. Basit model veya resimler üzerinde molekülleri gösterir.	
	2.6. Basit molekül modelleri yapar.	9, 10, 24
3. Fiziksel ve Kimyasal Değişim	2.7. Her molekülde belirli sayıda atom bulunduğu çıkarımını yapar.	10, 11
	2.8. Model üzerinde molekül içeren ve içermeyen maddeleri birbirinden ayırt eder.	
	3. Fiziksel ve kimyasal değişimlerin atom-molekül düzeyinde açıklaması ile ilgili olarak öğrenciler;	12,
	3.1. Maddenin sadece görünümünün değiştiği olaylara örnekler verir.	13,
	3.2. Bir maddenin değişerek başka bir maddeye/maddelere dönüştüğü olaylara örnekler verir.	12, 14,15, 21
	3.3. Fiziksel değişimlerde değişen maddenin kimlik değiştirmediğini vurgular.	13, 14, 15, 21
4. Maddenin Hâllerinin Tanecikli Yapısı	3.4. Kimyasal değişimlerde madde kimliğinin değiştiğini fark eder.	15, 21
	3.5. Atom-molekül modelleri ile temsil edilmiş değişimlerde fiziksel ve kimyasal olayları ayırt eder.	16, 24
	3.6. Çok sayıda atom ve molekül içeren maddelere bakarak, " saf madde" ve " karışım" kavramlarını atom ve molekül düzeyinde fark eder.	
	4. Maddenin hâlleri ile tanecikli yapı arasında ilişki kurmak bakımından öğrenciler;	17, 18, 19
	4.1. Gazların genişleme-sıkışma özelliklerinden, moleküllerinin bağımsız olduğu çıkarımını yapar.	19, 25
4.2. Sıvıların çok fazla sıkıştırılmayışlarından, moleküllerinin birbiri ile temas hâlinde olduğu sonucunu çıkarır.	19, 25	
4.3. Akma özelliklerinden yararlanarak sıvı molekülleri arasında az da olsa boşluk bulunduğu çıkarımını yapar.	17, 18, 20	
4.4. Gazların ve sıvıların akma özelliklerinden, moleküllerinin öteleme hareketi yapabildiği çıkarımına ulaşır.	20	
4.5. Katılarda atom ve moleküllerin öteleme hareketi yapmadığını tahmin eder.		

Geliştirilen testin geçerliliğinin sağlanması için test, üç kimya eğitimcisinin ve dört fen bilimleri öğretmenin incelemesine sunulmuştur. Uzman görüşleri doğrultusunda gerekli değişiklik ve düzenlemeler yapılmıştır. Bu amaçla başlangıçta 20 sorudan oluşan teste, tanecik düzeyinde gösterimler içeren 5 soru daha eklenerek toplam soru sayısı 25'e çıkarılmıştır. Peş peşe gelen aynı doğru cevap seçenekleri değiştirilmiş, dikkatten kaçan harf, kelime, isimlendirme, seçenek ve çizim hataları düzeltilmiş, ayrıca cevap anahtarı oluşturulmuştur. Test, ön ve asıl uygulamanın yapıldığı gruplardan farklı toplam 80 (40+40) öğrenciden oluşan, çalışmanın pilot uygulamasının yapıldığı deney ve kontrol grubu öğrencilerine pilot olarak uygulanmıştır. Uygulama esnasında testteki soruların anlaşılabilirliği ve testin cevaplanması için gereken süre belirlenmiştir. Uygulamada anlaşılamayan yerler düzeltilmiştir. Bu amaçla örneğin 5. sorunun "A" seçeneğinde verilen "yapı taşı" ifadesi "yapı birimi" ifadesiyle değiştirilmiştir. 8. soruda ise "Elementler aynı cins atomlardan oluşur" ifadesinin bütün elementlerin aynı atomlardan oluştuğu anlamını çağrıştırdığı görüldüğünden "Elementler" ifadesi yerine "Bir Element" ifadesi kullanılmıştır. Pilot uygulama sonucu MTYBT için madde analizi ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Başarı testinin pilot uygulama sonrasındaki analiz sonuçları Tablo 14'te özetlenmiştir.

Tablo 14. MTYBT Analiz Sonuçları

Soruların İlgili Olduğu Alt Kavramlar	Maddeyi Oluşturan Tanecikler Element ve Bileşikler Fiziksel ve Kimyasal Değişim Maddenin Hâllerinin Tanecikli Yapısı	Soru 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 Soru 7, 8, 9, 10, 11, 22, 23 ve 24 Soru 12, 13, 14, 15, 16, 21 ve 24 Soru 17, 18, 19, 20 ve 25
Soru Sayısı	25	
Soru Tipi	Çoktan seçmeli	Aralık (soru sayısı)
Cevaplanma süresi	40 dakika	0.00-0.10 (1)
Ayırt edicilik indisi	Ortalama 0,49	0.20-0.29 (1) 0.30-0.39 (8) 0.40-0.49 (2) 0.50-0.59 (5) 0.60-0.69 (3) 0.70-0.79 (5)
Güçlük indisi	Ortalama 0,63	Aralık (soru sayısı) 0.40-0.49 (6) 0.50-0.59 (4) 0.60-0.69 (6) 0.70-0.79 (4) 0.80-0.89 (4) 0.90-1.00 (1)
KR-20	Güvenirlik katsayısı 0,88	

Madde analizi sonucu ayırt edicilik indisi 0,05 olan 1. soru değiştirilmiştir. Bu sorunun bütün seçeneklerindeki maddenin farklı hallerinin “tanecikli” yapıda olduğu ifadeleri, “tanecikli ve boşluklu” yapıda olduklarına dair ifadelerle değiştirilmiştir. Geri kalan çoktan seçmeli soruların ayırt edicilik indislerinin 0,29-0,76 arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayırt edicilik indisi 0,29 olan 4. soru düzeltilerek kullanılmıştır. Bu sorunun doğru seçeneği olan “d” seçeneğinde yer alan “Maddelerin ısı etkisiyle genişmesi” ifadesi diğer seçeneklerde olduğu gibi genel bir ifade olmayan “Isıtılan balonun genişmesi” ifadesiyle değiştirilmiştir. Böylece seçeneklerde yer alan tek genel ifade olan sorunun doğru cevabı çeldiriciler gibi öznel bir ifadeyle değiştirilmiştir.

Testteki soruların güçlük indisleri 0,40-0,83 arasında yer almakta ve testin bu bölümünde yer alan 25 çoktan seçmeli sorunun tümü için ortalama güçlük derecesi 0,63 olarak hesaplanmıştır. Madde analizi yapılan test için güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Madde analizi yapılmış testlerde güvenilirlik katsayısını hesaplamak için en çok kullanılan KR-20 formülü kullanılarak testin son hali için;

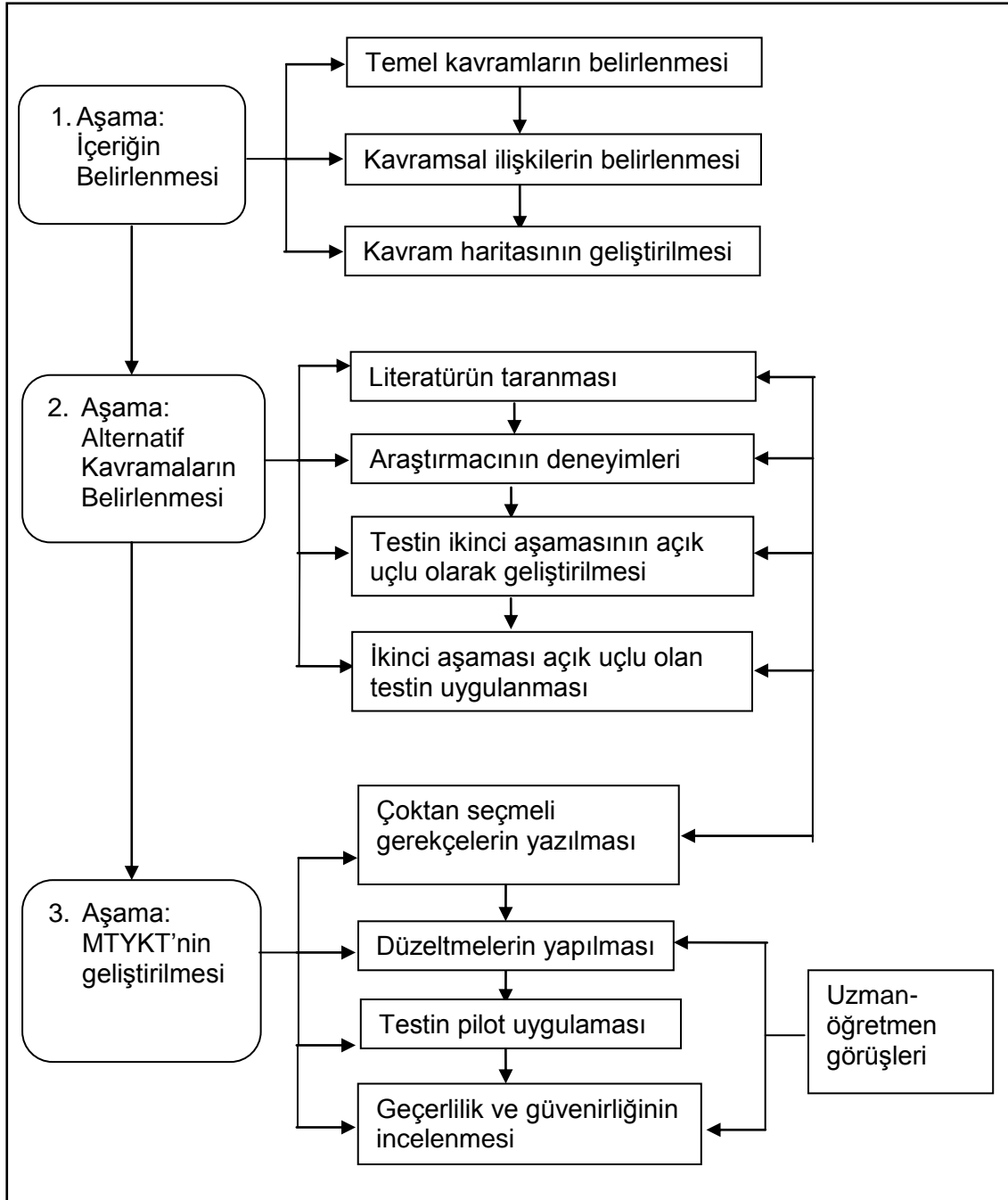
$\Sigma[\text{Pi}(1- \text{Pi})]=5,1848$ ve $S_x=5,7927$ olarak hesaplanmıştır. Buna göre KR-20 formülünden testin güvenilirlik katsayısı $r=0,88$ bulunmuştur. Testin asıl uygulamada kullanılan son hali Ek-1’de verilmiştir.

3. 3. 1. 1. 2. Maddenin Tanecikli Yapısı Kavram Testi (MTYKT)

Amacına uygun olarak hazırlan çoktan seçmeli testlerle öğrencilerin alternatif kavramaları hakkında bilgi sahibi olunabilirken verilen cevapların nedenleriyle ilgili bilgi sahibi olunamaz (Ayas, 1995). Bu nedenle çoktan seçmeli testlerin olumlu yönlerini taşıyıp olumsuz yönlerini azaltan iki aşamalı teşhis edici testler geliştirilmekte ve yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Haslam ve Treagust, 1987; Mann ve Treagust, 1998; Othman ve diğ., 2008; Tan ve diğ., 2002, 2005; Treagust, 1988). Bu tip testler öğrencilerin sahip oldukları kavramaların ve bu kavramaların nedenlerinin ortaya çıkarılmasında kolaylık sağlamaktadır (Tan ve diğ., 2005; Treagust, 1988). Temelde iki bölümden oluşan bu tür testlerde, birinci bölüm öğrencilerin durum hakkında tahminde buldukları, ikinci bölüm ise birinci kısımda verilen cevabın nedeninin araştırıldığı bölümdür (Tan ve diğ., 2005). İkinci kısım çoktan seçmeli seçeneklerden oluşabileceği gibi açık uçlu seçeneklerden de oluşabilir. Eğer ikinci kısım çoktan seçmeli ise kullanılan çeldiriciler önceki çalışmalardan elde edilen kavram yanılgılarını içerir (Treagust, 1988).

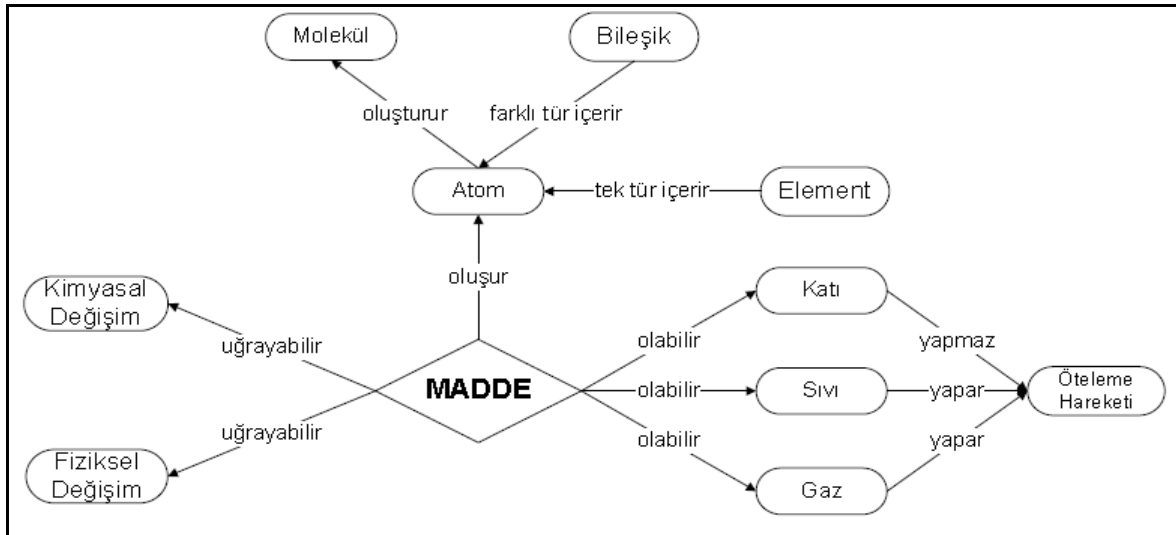
Bu çalışmada, seçeneklerde cevabın nedeninin yer aldığı iki aşamalı çoktan seçmeli (two-tier multiple choice) sorulardan oluşan MTYKT geliştirilmiş ve kullanılmıştır. MTYKT’nin geliştirilmesinde, Treagust (1988) tarafından önerilen metodolojiye göre

Treagust ve Chandrasegaran (2007) tarafından ortaya konulan model kullanılmıştır. Bu model, geliştirilen içeriğin belirlenmesi, öğrencilerin alternatif kavramaları hakkında bilgi edinilmesi ve iki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi basamaklarından ve bu basamaklara ait alt basamaklardan oluşmaktadır. MTYKT'nin geliştirilmesinde takip edilen adımlar Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. MTYKT'nin geliştirilme aşamaları

Öğretim programında yer alan ve materyalde yer verilen temel kavramlar ve kavramlar arası ilişkiler FTÖP'ten (MEB, 2006) ve çeşitli ders kitaplarından (Ercan, 2009; Taşar, 2011) yararlanılarak belirlenmiştir. Kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin gösteriminde Şekil 4'te verilen FTÖP'te (MEB 2006) yer alan üniteyle ilgili kavram haritası kullanılmıştır.



Şekil 4. MTYKT'nin geliştirilmesinde kullanılan kavram haritası

Test, başlangıçta birinci aşaması farklı sayıda seçenek içeren çoktan seçmeli, ikinci aşaması ise öğrencilerdeki yaygın alternatif kavramaların belirlenip seçeneklere yerleştirilmesi amacıyla açık uçlu 18 soru olarak hazırlanmıştır. Uzman görüşleri dikkate alınarak birinci aşaması doğru-yanlış türü sorulara dönüştürülmüş ve soru sayısı 20'ye çıkarılmıştır. Böylece bütün soruların aynı formatta olması sağlanmıştır. Test bu haliyle ön uygulamanın yapıldığı 38 kişilik öğrenci grubuna ön test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerden, soruların birinci aşamasında verilen yargının doğru ya da yanlış olduğunu belirtmeleri, ikinci aşamada ise düşüncelerinin sebebini yazmaları istenmiştir. Bu uygulama sonucu elde edilen cevaplar listelenerek cevapların frekansları belirtilmiştir. Elde edilen yüksek frekansa sahip alternatif kavramalar testin ikinci aşamasının çoktan seçmeli olarak düzenlenmesinde kullanılmıştır.

Birinci kısmı doğru-yanlış ikinci kısmı dört seçenekten oluşan çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan testin ilk hali araştırmacı tarafından literatürden de faydalanılarak geliştirilmiştir (Kenan, 2005). Testin çoktan seçmeli ikinci aşamasında kullanılan alternatif kavrama içeren çeldiriciler, ilgili literatürden ve soruların ikinci aşamasının açık uçlu sorulardan oluşan halinin uygulanmasıyla elde edilen öğrenci cevaplarından yararlanılarak oluşturulmuştur. Bazı sorularda (19. ve 20. sorular) tanecik düzeyinde gösterimlere yer

verilmiştir. Bazı soru kökleri ve seçenekleri literatürde kullanılan (Çakmak, 2009; Kenan, 2005; Yeziarski, 2003) MTY ile ilgili öğrenci anlamalarının belirlenmesi amacıyla hazırlanan testlerden yararlanılarak hazırlanmıştır. 1, 4, 9, 10, 11, 12. sorular Çakmak (2009) tarafından geliştirilen testten, 20. soru ise Yeziarski (2003) tarafından geliştirilen testten alınarak yeniden düzenlenmiştir. Testte yer alan soruların ilgili olduğu alternatif kavramalar Tablo 15'te verilmiştir. Bazı sorularda alternatif kavramaların az olmasının nedeni diğer seçeneklerde doğru fakat soru kökü ile ilişkisiz cevapların yer almasıdır.

Tablo 15. MTYKT Sorularının Alternatif Kavramalara Göre Dağılımı

Soru No	Soru Kökündeki Alternatif Kavrama	İlgili Olduğu Alternatif Kavrama
1	Bazı maddeler tanecikli yapıda değildir.	Bazı maddeler tanecikli yapıdadır.
2	Katı ve/veya sıvı maddeler sıkıştırılabilir.	Katı ve sıvılar bütünsel yapıda, gazlar ise tanecikli ve boşluklu yapıdadır. Katı ve sıvılar tanecikli yapıda olup tanecikleri arasında boşluk yoktur. Sadece sıvı ve gaz tanecikleri arasında boşluk vardır.
3	Maddeler sıkıştırıldığında taneciklerinin şekli değişir.	Sıkıştırmanın etkisiyle hava tanecikleri küçülür. Sıkışmanın etkisiyle hava tanecikleri birbirine yapışarak birleşir. Sıkıştırmanın etkisiyle hava tanecikleri ezilir.
4	Maddeler kesilince atomları da bölünür	Maddenin her türlü bölünmesinde atomları da bölünür. Atomlar da madde gibi bütünsel yapıdadır. Makas, atomlar arasındaki boşluğa denk gelirse bölünmez.
5	Maddelerin genleşmesinin nedeni taneciklerinin büyüklüğünün değişmesidir.	Isı etkisi ile tanecikler birbiri ile birleşir, büyür. Isınma etkisiyle tanecikler genleşir. Isı etkisiyle tanecikler parçalanır, sayıları artar.
6	Sıvı içerisinde çözünen katı madde yok olur.	Tuzun su içerisinde çözünmesi sırasında; Katı maddenin tanecikleri buharlaşır. Katı maddenin tanecikleri erir. Katı tanecikleri su taneciklerine dönüşür.
7	Sıvı karışımlarının hacmi karışımı oluşturan maddelerin hacimlerinden farklı olamaz.	İki sıvı karıştırıldığında; Her bir sıvı kendi hacmini her zaman muhafaza eder. Bir sıvının tanecikleri diğerinin taneciklerini ezerek küçültür. Tanecikler birbirini sıkıştıracağı için tanecikler arası boşluklar azalır.
8	Taneciklerin rengi vardır. Birbirini etkiler.	Suya yeşil gıda boyası damlatıldığında; Yeşil renkli boya tanecikleri renksiz su taneciklerine çarparak onları da boyar. Yeşil renkli boya tanecikleri su tanecikleriyle birleşir ve onları da yeşil yapar. Yeşil renkli boya tanecikleri su taneciklerini içine alır.
9	Mikroskop altında tanecikleri detaylı görebiliriz.	Mikroskoplar, atom gibi küçük nesnelere gözle görülebilir hale getirebilir. Sadece çapı büyük olan atomlar görülebilir.
10	Atomun rengi vardır. Oluşturduğu maddeyle aynı renktedir.	Maddelere fiziksel özelliklerini atomların fiziksel özellikleri kazandırır. Ayrılan atom rengini kaybeder. Atomların rengi ışığı yansıtma özelliğine göre değişir.
11	Farklı elementlerin atomları aynıdır.	Farklılık, atomların diziliş şekline kaynaklanır. Doğadaki bütün maddeler aynı atomlardan oluşur. Demir atomları bakır atomlarından daha serttir.
12	Atomlar maddelere uygulanan fiziksel etkilerden etkilenir.	Atomların şekilleri değişir. Atomların hacmi küçülür. Atomların bazıları ezilerek farklı atomlara dönüşür.

13	Farklı bileşiklerdeki aynı atomlar farklı özelliktedir.	Aynı elementin farklı bileşiklerdeki atomlarının özellikleri de farklıdır.
14	Bir bileşiğin molekülleri birbirinden farklı olabilir.	Bütün su moleküllerindeki hidrojen ve oksijen atomlarının sayısı aynı olsa da, atomların dizilişi farklı olabilir. Her bir su molekülü, farklı sayıda oksijen ve hidrojen atomlarından oluşabilir.
15	Bileşikler saf madde değildir.	Bileşikler daha basit yapıllı maddelere ayrılabilir. Bileşikler farklı cins atomlardan oluşur. Bileşikler farklı elementlerden meydana gelir.
16	Sıvı haldeki madde donunca tanecikleri de donar.	Donan sıvının tanecikleri hareketsiz kalır. Donan sıvının tanecikleri birbirine yapışır ve aralarında boşluk kalmaz. Donma etkisiyle tanecikler büzülür.
17	Atomlar canlıdır. Oluşturdukları canlılar ölünce atomlarda ölür.	Atomlar hareket ettiğine göre onlar da canlıdır. Atomlar bölünerek çoğalabilirler.
18	Buharlaştan maddenin taneciklerinin ağırlığı azalır.	Gaz halde maddelerin molekülleri en hafiftir. Su buharlaşınca moleküllerinin hacmi küçülür.
19	Bileşikler saf madde değildir (Çizim).	Saf maddeler farklı taneciklerden meydana gelir.
20	Buharlaştan maddenin kimliği değişir (Çizim).	Su buharlaşınca; Atomları birbirinden ayrılır Atomlar birbirinden ayrılır ve tekrar farklı şekilde birleşir. Isınan su molekülleri genişleyerek büyür.

MTYKT'nin geçerliliğinin sağlanmasında uzman ve öğretmen görüşlerine başvurulmuştur. Bu amaçla test kimya eğitimi alanında uzman üç öğretim üyesi ve dört fen bilimleri öğretmenin incelemesine sunulmuştur. Uzman görüşleri doğrultusunda gerekli değişiklik ve düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler kapsamında bazı sorulardaki ifadeler genel ifadelerle değiştirilmiştir. 3. Sorudaki "*Elimizdeki şişmiş balonu sıkıştırıp hacmini küçülttüğümüzde balonun içerisindeki gaz taneciklerinin şekli değişir.*" ifadesi "*Hava dolu şırınga içerisindeki havayı sıkıştırdığımızda, hava taneciklerinin şekli değişir.*" ifadesiyle, 5. sorudaki "*Bir öğrenci, soğuk iken halkadan geçebilen metal kürenin ısıtıldığında halkadan geçmediğini görüyor. Bunun nedeni kürenin taneciklerinin büyüklüğünün artmasıdır.*" ifadesi "*Isınan maddenin taneciklerinin büyüklüğünde meydana gelen değişimlerden dolayı, maddeler genişler ve daha çok yer kaplar.*" ifadesiyle değiştirilmiştir. 6. soruda "*Su içerisine şeker atılıyor. Karıştırılınca görünmez hale gelen şeker yok olur*" ifadesi "*Su içerisine tuz atılıp karıştırıldığında, tuz zamanla su içerisinde yok olur.*" ifadesiyle 7. sorudaki "*Bir öğrenci 100ml su üzerine 10ml alkol döküyor. Bu durumda alkol-su karışımının hacmi 105ml olabilir.*" ifadesi ise, "*Su ile alkol karıştırıldığında, karışımın toplam hacmi, su ve alkolün hacimlerinin ayrı ayrı toplamından daha azdır.*" ifadesiyle değiştirilmiştir. Ayrıca 8. soruda "*Bir bardak su içerisine birkaç damla mürekkep damlatıldığında mürekkep tanecikleri su taneciklerini etkisi altına alır ve suyun rengi maviye dönüşür.*" ifadesi "*Bir bardak suya birkaç damla yeşil renkli gıda boyası damlatıldığında boya tanecikleri suyun taneciklerini yeşile boyar.*" ifadesiyle değiştirilmiştir. 15. soruda ise "*Bir bileşik olan su saf maddedir*" ifadesi yerine "*Bileşikler saf madde değildir*" ifadesi 17. soruda ise "*Yolda yürüyen karıncanın üzerinden bir araba*

geçer, karınca ezilir ve ölür. Karınca ölünce karıncayı meydana getiren atomlar da ölür.” ifadesi yerine “*Canlı bir varlık ölünce onu meydana getiren atomlar da ölür.”* ifadesi yazılmıştır. Soru köklerinde yapılan bu değişikliklere paralel olarak seçeneklerde de değişiklikler yapılmıştır. Ayrıca dikkatten kaçan harf, kelime, seçenek ve çizim hataları düzeltilmiş ve cevap anahtarı oluşturulmuştur.

Yapılan düzeltmelerin ardından test, ön ve asıl uygulamanın yapıldığı gruplardan farklı, toplam 80 (40+40) öğrenciden oluşan materyalin pilot uygulamasının yapıldığı deney ve kontrol grubu öğrencilerine MTYKT pilot olarak uygulanmıştır. Uygulama esnasında testteki soruların anlaşılabilirliği ve testin cevaplanması için gereken süre belirlenmiştir. Testin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0,887 olarak hesaplanmıştır. Cronbach alfa güvenirlik katsayısı yönteminin, maddeler doğru-yanlış olacak şekilde puanlanmadığında, dereceli puanlamanın kullanılması durumunda uygun olan bir iç tutarlılık tahmin yöntemi olduğu ifade edilmektedir (Öncü, 1994).

Pilot uygulama sonrasında görülen eksiklik ve aksaklıklar üzerine bazı değişiklikler yapılmıştır. 4. sorunun ikinci aşamasının A seçeneğinde yer alan “Makas da tel gibi atomlardan meydana gelir” ifadesinin öğrenciler tarafından anlaşılabilmesi nedeniyle bu ifade “Maddenin her türlü bölünmesinde atomları da bölünür” ifadesiyle değiştirilmiştir. Testin son hali Ek-2’de verilmiştir.

3. 3. 1. 1. 3. Kısa Cevap Gerektiren Kavram Testi (KCGKT)

Çalışmada kullanılan diğer bir test, cevabın bir kelime ile verildiği, kısa cevap gerektiren test türündedir. Kısa cevap gerektiren testlerde, test maddelerinin cevapları bir kelime, bir rakam, bir ibare veya en fazla bir cümleden meydana gelmektedir (Turgut, 1995). Test, öğrencilerin makroskobik ve tanecikler düzeyinde sahip oldukları alternatif kavramların belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Üç bölümden oluşan testin I. ve II. bölümü Kenan (2005)’in maddenin tanecikli yapısı konusyla ilgili öğrencilerin alternatif kavramlarını belirlemek için geliştirdiği testten alınarak yeniden düzenlenmiştir. III. bölümü ise araştırmacı tarafından bu çalışma için geliştirilmiştir.

Testin birinci bölümünde katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin hal değişimi, ısıtma, soğutma ve sıkıştırılması sırasında mikroskobik özelliklerinde meydana gelen değişimlerle ilgili olarak 36 özellik verilmiştir. Öğrencilerden verilen bu özellikleri “Artar”, “Azalır” ya da “Değişmez” kelimelerinden biriyle tamamlamaları istenmiştir. Böylece maddelerin mikroskobik özellikleri hakkındaki düşünceleri ve sahip oldukları alternatif kavramlar tespit edilmeye çalışılmıştır.

Testin ikinci bölümü ise Kenan (2005) tarafından katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin mikroskobik ve makroskobik özellikleri verilerek doğru ya da yanlış olarak belirtilmesinin

istendiği 39 yargıdan oluşan test yeniden dzenlenerek ve teste yeni yargılar eklenerek oluşturulmuştur. Dzenleme sonucunda bu bolum, maddelerin verilen mikroskopik ve makroskopik ozelliklerinin katı, sıvı ve gaz hallerden hangisi ya da hangilerine ait olduğunun belirtilmesinin istendiği 16 yargıdan oluşturulmuştur.

Testin ucuncu bolumu ise, maddelerin ve taneciklerin ozelliklerindeki değişimlerin hangisi ya da hangilerinin fiziksel değişim, hangilerinin de kimyasal değişim olduğunun sorulduğu 23 yargıdan oluşmaktadır.

Son hali verilen test kimya eğitimi alanında uzman bir oğretim uyesi ve dort fen bilimleri oğretmeninin incelemesine sunulmuştur. Geliştirilen test, başarı ve kavram testlerinin uygulandiğı oğrenci gurubuna uygulanmıştır. Pilot uygulama sonucunda I. bolumde katı ve sıvı haldeki maddelerin sıkıştırılabilirliği ile ilgili sorularda katı ve sıvılar "sıkıştırıldığında" ifadesi "sıkıştırmaya çalışıldığında" ifadesiyle değiştirilmiştir. Ayrıca pilot uygulama sonucunda gozden kaçan kelime hataları giderilmiştir. Testin son hali Ek-3'te verilmiştir.

3. 3. 1. 2. Mülakat

Bu çalışmada, oğrencilerin seçilen olay, durum ve kavramlarla ilgili sahip oldukları bilgileri derinlemesine araştırmak ve bu sayede kavramsal yapılarıdaki farklılaşmanın ne duzeyde gerçekleştiğini değerlendirmek amacıyla yarı yapılandırılmış mülakat tekniği kullanılmıştır. Mülakatlarla, oğrencilerin anlamalarını ortaya çıkarmak ve bu yolla kavramsal yapılarıdaki farklılaşma duzeyini tespit etmek amacıyla uygulanan testlere ve çalışma yapraklarındaki sorulara verilen cevaplar derinlemesine araştırılmıştır. Mülakat oncesinde MTY ile ilgili günlük hayattan çeşitli olaylar ve kavramlarla ilgili olarak oğrencilerden tanecikli goşerimlerde bulunmaları istenmiştir. Bu goşerimlerde, oğrencilerden verilen çizimleri tanecikli goşerimlerle tamamlamaları istenmiştir.

Mülakatlar uygulama sonrasında bireysel mülakatlar şeklinde deney ve kontrol grubundan toplam 12 (6+6) oğrenciyle yürütülmüştür. Oğrenciler MTYKT sonuçlarına göre kavramsal yapılarıdaki farklılaşmanın en yüksek, orta ve en düşük duzeyde gerçekleştiği oğrencilerden istekli olanlar arasından seçilmiştir. Mülakat esnasında belirlenen ana sorular dışında verilen cevaplardan yola çıkılarak oğrencilere alt sorular da sorulmuştur. Mülakatların her biri, yaklaşık 30-45 dakikalık bir zaman dilimi içerisinde tamamlanmıştır. Sessiz bir ortam olması nedeniyle, okulun fen ve teknoloji laboratuvarında yürütülen mülakatlarda ses kaydedici kullanılmış ve tüm mülakat süreci kaydedilmiştir.

Mülakat sorularının pilot uygulaması, materyalin pilot uygulamasının yapıldığı örneklemeden seçilen MTYKT'nin pilot uygulaması sonucuna göre kavramsal farklılaşmanın en yüksek, orta ve en düşük duzeyde gerçekleştiği  oğrenciyle

yürütülmüştür. Mülakatların her biri, yaklaşık 30-45 dakikalık bir zaman dilimi içerisinde okulun fen ve teknoloji laboratuvarında ses kaydedici kullanılarak tamamlanmıştır. Mülakatın pilot uygulaması sonunda soruların öğrenci seviyesine uygun ve anlaşılır olduğu belirlenmiştir. Atomun bölünmesi ile ilgili “*Atom bölünebilir mi? Bölünebilirse nasıl? Atomları çizerek gösterir misin?*” şeklindeki dördüncü sorunun, öğrencilerin yeterli fikir belirtememesi nedeniyle, mülakattan çıkarılmasına karar verilmiştir.

Ayrıca deney grubu öğretmenine, geliştirilen BDÖ materyalinin ve yapılan uygulamaların değerlendirilmesi amacıyla bireysel mülakat yürütülmüştür. Bu mülakatta uygulama öğretmenine yapılan uygulamayı nasıl değerlendirdiği, BDÖ'nün olumlu ve olumsuz yönleri ile BDÖ materyalinin beğendiği ve beğenmediği yönleri ile önerileri sorulmuştur. Öğrencilere ve deney grubu öğretmenine yöneltilen mülakat soruları Ek-4'te verilmiştir.

3. 3. 1. 3. Anket

Çalışmada kullanılan BDÖ materyalinin öğrenci gözüyle değerlendirilmesi amacıyla iki bölümden oluşan “BDÖ Materyali Değerlendirme Anketi (BDÖ MDA)” kullanılmıştır. Anketin birinci bölümü 18 adet “Katılıyorum”, “Kısmen Katılıyorum” ve “Katılmıyorum” seçeneklerini içeren üçlü likert tipi maddeden oluşmaktadır. Bu bölüm Kutluca (2009) tarafından kullanılan ankette bazı yargıların çıkarılması ve diğer yargıların yeniden düzenlenmesi ile oluşturulmuştur. Anketin birinci bölümü için ölçüm güvenirliliği 0,792 olarak hesaplanmıştır.

Anketin ikinci bölümü ise 6 adet açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Bu sorularda öğrencilere BDÖ materyalinin Maddenin Tanecikli Yapısını öğrenmelerine, ders dinleme isteklerine, derse ilgilerine ne düzeyde etki ettiği, etkileşim ve görselleri anlamalarına etkisi ile materyalin beğendikleri ve beğenmedikleri yönleri sorulmuştur. Anketin ikinci bölümü Karaca (2010) tarafından bilgisayar destekli animasyonların değerlendirilmesinde kullanılan mülakat sorularının yeniden düzenlenmesi ile araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Anket Ek-5'te verilmiştir.

3. 3. 2. Öğretim Materyalleri

Bu bölümde geliştirilen öğretim materyalleri ve bu materyallerin geliştirilmesinde izlenen adımlar açıklanmıştır. Çalışma kapsamında öğretim materyali olarak, farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin yer aldığı zenginleştirilmiş BDÖ materyali, çalışma yapıları ve öğretmen rehber materyali hazırlanmıştır. Bu materyaller hazırlanırken öncelikle MTY ile ilgili öğrenci anlamaları, alternatif kavramalar, anlamaların artırılması ve

kavramsal farklılaşmanın sağlanmasına yönelik çalışmalar incelenmiş ve araştırılan konudaki kavramlarla ilgili öğrencilerin anlama güçlükleri ve alternatif kavramları tespit edilmiştir. Belirlenen anlama güçlükleri ve alternatif kavramlar ünite kazanımlarına göre düzenlenmiştir.

Belirlenen alternatif kavramlar ve bunların olası nedenleri dikkate alınarak geliştirilen KDM'ler diğer yöntem ve tekniklerle birlikte BDÖ materyali içerisinde TGA yöntemi ve 5E modeline göre yerleştirilmiştir. BDÖ materyali ile kullanılmak üzere çalışma yapıları geliştirilmiştir. Ayrıca öğretim materyallerinin kullanımını içeren öğretmen rehber materyali hazırlanmıştır. Geliştirilen materyallerde gerekli düzenlemeler 3 alan eğitimi uzmanı ve 4 Fen Bilimleri öğretmeninin görüşleri alınarak, ön ve pilot uygulamalarda görülen eksiklik ve aksaklıklar dikkate alınarak yapılmıştır.

Geliştirilen materyallerin ön uygulamaları 2010-2011 öğretim yılının birinci döneminde, pilot uygulamaları ise aynı öğretim yılının ikinci döneminde farklı gruplar üzerinde araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Bu uygulamalar sonucunda sınıf gözlemleri ve uygulama sonuçları dikkate alınarak süreçte eksik olan ya da aksayan yönler belirlenerek giderilmiştir.

3. 3. 2. 1. Bilgisayar Destekli Öğretim Materyali

Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesinin öğretiminde, gözlemlenmesi imkânsız olan taneciklerin, olay ve süreçlerin somutlaştırılmasına ve modellenerek gözlemlenebilmesine imkân verdiği için BDÖ materyali kullanılmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Geliştirilmesine karar verilen zenginleştirilmiş BDÖ materyali, araştırmacı tarafından tasarlanmış ve kodlaması iki bilgisayar ve öğretim teknolojileri bölümü son sınıf öğrencisi tarafından yapılmıştır.

BDÖ materyalinin mevcut ihtiyaçları karşılayabilmesi, eğitim amaçlarına uygun ve bir bütünlük içinde tasarlanması için ADDIE öğretim ortamı tasarlama modelinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu modelin tercih edilmesinin nedeni, her tür öğrenim için geçerli olabilecek temel bir model olması (Arkün, 2007) ve öğretim ortamı tasarımı için oldukça etkili, başarılı ve kullanışlı bir model olmasıdır (Berigel, 2007). ADDIE modelinin analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme olmak üzere beş basamağı bulunmaktadır.

3. 3. 2. 1. 1. Analiz Basamağında Yapılan İşlemler

Analiz sürecinde ilk olarak, materyal tasarlanacak ünite, sınıf seviyesi ve materyalin sahip olması gereken özellikler belirlenmiştir. Bu kapsamda, MTY kavramının daha önce

bahsedilen özelliklerinden dolayı, öğrencilerin tanecikli yapı fikri ile ilk karşılaştıkları sınıf seviyesi olan ortaokul 6. sınıf müfredatında yer alan “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesi materyal geliştirilecek ünite olarak belirlenmiştir. Daha sonra MTY kavramı ve üniteye yer alan diğer kavramların öğretiminde karşılaşılan güçlükler ve alternatif kavramalar literatür taraması ve araştırmacı tarafından geliştirilen veri toplama araçları ile FTÖP’te (MEB, 2006) yer alan öğrenci kazanımlarıyla eşleştirilmiştir. Materyalin, mevcut öğretim programlarının geliştirilmesinde kullanılan yaklaşım olması sebebiyle yapılandırmacı yaklaşıma uygun olmasına, kullanılan modelin de 5E olmasına karar verilmiştir. Ayrıca deney ve etkinliklerde öğrencilerin düşüncelerini harekete geçiren bir yöntem olması nedeniyle TGA’nın, alternatif kavramların giderilmesinde etkili olması nedeniyle KDM’lerin kullanımına ve içerikte etkili öğretimin gerçekleştirilebilmesi için farklı yöntem ve tekniklerin kullanımına karar verilmiştir.

3. 3. 2. 1. 2. Tasarım Basamağında Yapılan İşlemler

İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı (MEB, 2006), Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu’nun önerdiği çeşitli ders kitapları (Ercan, 2009; Taşar, 2011), literatürden elde edilen bulgular, öğrenci cevapları ve Fen ve Teknoloji öğretmenleriyle yapılan içerik analizlerinden faydalanılarak BDÖ materyalinin içeriği belirlenmiştir. BDÖ materyalinde yer verilen bölüm, konu ve etkinlikler Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. BDÖ Materyalinin İçerdiği Konu ve Etkinlikler

Bölümler	Etkinlik ve Konular
1. Maddeyi Oluşturan Tanecikler	1.1. Giriş Etkinliği
	1.2. Şırınga Etkinliği
	1.3. Metal Küre Etkinliği
	1.4. Balon Etkinliği
	1.5. Şeker Etkinliği
	1.6. İyot Etkinliği
	1.7. Mürekkep Etkinliği
	1.8. Nereye Kadar Etkinliği
	1.9. Zamanda Yolculuk Etkinliği
2. Element ve Bileşikler	2.1. Elementler
	2.2. Molekül Yapılı Elementler
	2.3. Bileşikler
	2.4. Molekül Yapılı Olmayan Bileşikler
	2.5. Kendimizi Değerlendirelim
3. Fiziksel ve Kimyasal Değişim	3.1. Fiziksel Değişim
	3.2. Kimyasal Değişim
	3.3. Saf Madde
	3.4. Karışımlar
	3.5. Kendimizi Değerlendirelim
4. Maddenin Hâllerinin Tanecikli Yapısı	4.1. Gazlar
	4.2. Sıvılar
	4.3. Katılar
	4.4. Hal Değişimi
	4.5. Kendimizi Değerlendirelim

Öğrenci kazanımlarına yönelik olarak yapılacak etkinlikleri içeren BDÖ materyalinin senaryosu hazırlanmıştır. Bu senaryoda, materyal içerisinde yer verilmesi planlanan konu ve etkinliklere, bu etkinliklerde 5E modelinin her bir aşamasında hangi uygulamalara yer verileceğine, TGA yönteminin nasıl kullanılacağına ve içerikte hangi aşamada hangi yöntem ve tekniğin kullanılacağına taslak olarak yer verilmiştir. Öğrenci kazanımlarını, ilgili alternatif kavramaları ve geliştirilen etkinliklerin taslağını içeren senaryodan bir bölüm Şekil 5'te verilmiştir.

<u>Oğrenci Kazanımları</u>	<u>Etkinlikler ve İçerikleri</u>	<u>Oğrencilerin Sahip Olduğu Alternatif Kavramalar</u>
<p>1. Maddenin yapı taşları olan atom ile ilgili olarak öğrenciler; 1.1. Katıların, sıvıların ve gazların sıkışma genişleme özelliklerini karşılaştırır (BSB-1, 2, 4, 5, 6).</p>	<p>GİRİŞ: önbilgilerle ilgili (4 ve 5. Sınıf) etkileşimli kavram haritası 1. Etkinlik: Şırınga Girme: Etkinlik hakkında bili ve dikkat edilmesi gerekenler, Tanecik kavramıyla ilgili soru, 2.Keşfetme: TGA tahmin ve gözlem basamakları Üzerine ağırlık konularak ya da itilerek katı(taş, demir), sıvı (su, zeytinyağı) ve gazların (hava, oksijen) sıkıştırılması, gözlenmesi, Deney videosu 3.Açıklama: TGA'nın açıklama basamağı, ÇY'ye yazılan açıklamaların paylaşılması, tartışılması, tanecik düzeyinde animasyon ve açıklamalar. KDM: tanecik kavramı, taneciklerin özelliklerindeki değişimler (şekil, sayı, boşluk, hareketlilik vb.) 4. Derinleştirme: sıkıştırılabilen katılar simülasyonu açıklama ve tartışma Hayatımızın Neresinde? Top, bisiklettekeri, tüp, vinçler 5. Değerlendirme: AÇT maddelerin özelliklerinin karşılaştırılması</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Makroskobik düzeyde (bütünsel) çizimler (Singer ve Wu, 2003), açıklamalar (Margel ve diğ. 2004). • Maddeler sürekli yapıda gösterimler veya hem sürekli hem de tanecikli yapının bir arada olduğu gösterimler (ben-Zvi vd. 1985, Kenan 2005) • Hepsi değil bazı maddeler atomlardan oluşur (Tezcan ve Salmaz, 2005) • Maddenin tanecikleri arasında boşluk yoktur (Kind, 2004) • "su havadan daha serttir", "su havadan daha ağırdır" ya da "su havadan daha çok madde içerir" bundan dolayı su şırıngayla sıkıştırılmaz. (Lee ve diğ., 2003) • Gaz halindeki maddelerin tanecikleri arasında boşluk yoktur (Novick ve Nussbaum 1978, 1981). - Maddenin tanecikleri arasındaki boşlukları hava, kir, sıvı madde veya bilinmeyen gazlar dolduru (Kind, 2004). Boşluk içerisinde aynı madde bulunur. Örn. Hava moleküllerinin arasını hava, su moleküllerinin arasını su doldurur (Lee ve diğ., 1993) • Tanecik maddenin küçük parçaları demektir. Örn. Su damlaları suyun tanecikleridir. (Boz, 2006) • Şeker granülleri şekerin tanecikleridir. Şeker tanecikleri farklı boyutlardadır (Nakleh ve diğ., 2005). • Su damlaları suyun tanecikleridir. Su tanecikleri birbirinden farklı boyuttadır. (Nakleh ve diğ., 2005)

Şekil 5. BDÖ materyalinin senaryosundan bir bölüm

Şekil 5'te BDÖ materyalinde yer alan "Şırınga" etkinliğinin senaryosu görülmektedir. Benzer şekilde materyal içerisinde yer alan tüm konu ve etkinliklerin senaryosu hazırlanmıştır. Ayrıca bu basamakta kullanılacak yazılım ve yazılımın sistem gereksinimleri belirlenmiştir.

MTY ünitesi, içeriğinde tanecikler düzeyinde gösterimlerin ve taneciklerin özelliklerindeki değişimlerden dolayı dinamik süreçlerin sıkça kullanıldığı bir ünite olması nedeniyle dinamik süreçlerin gösteriminde kullanılan animasyonların hazırlanmasında kullanılabilecek en etkili programlardan birisi olan (Vermaat ve diğ., 2003) Flash programının kullanılmasına karar verilmiştir. Flash programının animasyon hazırlamadaki üstünlüğünün yanı sıra, hazırlanan animasyonun ("swf" uzantılı Flash dosyasının) Flash oynatıcısı olmasa bile Internet Explorer tarayıcı programıyla görüntülenebilmesi programın kullanılabilirliğini artıran unsurlardandır. Bu nedenle Flash programında hazırlanan bir yazılımı görüntüleyebilmek için, yazılımın kullanılacağı bilgisayara programın yüklenmesi gerekmemektedir. Ayrıca programın içeriğindeki kaydetme seçenekleriyle "exe" uzantılı dosya olarak kaydedilmesi durumunda, yazılımın bilgisayarda çalışabilmesi için herhangi

bir programa ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu özelliği, Flash programının kullanımındaki en önemli avantajlarından biridir.

Büyük boyutlu dosyaların bilgisayarlarda çalıştırılması genellikle bilgisayarın hızının yavaşlamasına neden olur. Ancak, Flash programında hazırlanan yazılımlarda dosya boyutunun büyümesi ve canlandırma öğelerinin artmasına rağmen, bilgisayarın çalışma hızında düşüş olmaz. Bu durum, Flash programının diğer olumlu özelliğidir. Ayrıca, çoklu ortam projelerini geliştirmede sıklıkla kullanılan Flash programı ses dosyalarıyla çalışma konusunda da büyük kolaylıklar sağlar (Ünal, 2007). Bahsedilen tüm bu özellikleri nedeniyle, BDÖ materyalinin geliştirilmesinde Adobe Flash CS5 programı kullanılmıştır.

Ayrıca hazırlanan BDÖ materyalinin Windows XP, Windows 7 ve Windows 8 işletim sistemlerinde sorunsuz çalışabilmesi için sahip olunması gereken minimum sistem gereksinimleri belirlenmiştir. Bu nedenle tüm bilgisayarlarda kolaylıkla çalıştırılabilir olmasına dikkat edilmiştir. Bilgisayarda Flash oynatıcı (Flash Player) ve Internet tarayıcı programı yüklü olmasa bile materyalin rahatlıkla çalıştırılabilmesi için “exe” uzantılı olarak kaydedilmesine karar verilmiştir.

3. 3. 2. 1. 3. Geliştirme Sürecinde Yapılan İşlemler

Bu aşamada BDÖ materyalinin ekran görüntülerini içeren “öykü yaprakları” hazırlanmıştır. Öykü yaprakları, MEB tarafından düzenlenen “Web Tabanlı İçerik Geliştirme” hizmet içi eğitim seminerlerinde hazırlanan ve “www.egitim.gov.tr” sitesinde yayınlanan e-öğrenme nesnelерinin hazırlanmasında kullanılmaktadır. BDÖ materyalinin geliştirilmesinde kullanılan öykü yaprakları, aynı zamanda MEB’de öğretmen olan araştırmacı tarafından, katıldığı hizmet içi eğitim seminerlerinden edindiği tecrübe ile hazırlanmıştır. Öykü yaprakları, öğrenci kazanımları ve her bir kazanımla ilgili literatürdeki alternatif kavramlar göz önünde bulundurularak Microsoft PowerPoint 2010 programında hazırlanmıştır. Öykü yapraklarında, animasyonun her bir karesinde ekranda yer alan sabit ve hareketli nesnelерin konumları, isimleri, açıklamalar ve kodlama sürecinde dikkat edilmesi gereken uyarılar yer almaktadır. Hazırlanan öykü yapraklarından bir bölüm Şekil 6’da yer almaktadır. Öykü yapraklarının son hali Ek-6’da verilmiştir.

Bilgi Nesnesi Öykü Yaprağı
Animasyon Ekran Görüntüsü

Tarih:	31.05.2010
Ekran No:	4
Öğeler: Başlık, Animasyon Karesi, ileri-geri butonları, hızlı geçiş butonları.	
Olay Türü	
Durağan	Etkileşimli
Yönerge, Su, Karbon dioksit, Karbon monoksit, Kükürt dioksit bileşiklerinin isimleri.	Su, Karbon dioksit, Karbon monoksit, Kükürt dioksit bileşiklerinin resimleri ve tanecik modelleri.

AÇIKLAMA

Her bir maddenin tanecik modelleri üzerine tıklanınca tek bir molekül görüntülenir. Görüntülenen moleküllerdeki aynı atomların her bir madde için aynı büyüklük ve renkte olmasına dikkat edilir. Atomların büyüklükleri sırasıyla Kükürt (16)>Oksijen(8)>Karbon(6)>Hidrojen(1) şeklindedir. Bütün maddelerin atomları incelenince (son maddeye tıklanınca) ileri butonu aktif hale gelir ve tıklanarak geçilir.

Şekil 6. Öykü yapraklarından bir bölüm

Şekil 6'da bileşikler konusuna ait öykü yaprağından bir kare yer almaktadır. Bu şekilde tüm BDÖ materyalinin her bir animasyon karesi için öykü yaprağı hazırlanmıştır. BDÖ materyalinin Flash CS5 programındaki kodlaması bu öykü yapraklarına göre iki bilgisayar ve öğretim teknolojileri bölümü son sınıf öğrencisi tarafından yapılmıştır.

Etkinliklerin girişinde öğrencilerin dikkatinin çekilmesi ve etkinlikte yapılacaklarla ilgili bilgilerin yer aldığı etkinlik sayfalarına ve bazı etkinliklerde eğlendirici giriş animasyonlarına yer verilmiştir. Şekil 7'de örnek etkinlik giriş animasyonları verilmiştir.

1. Bölüm **Maddeyi Oluşturan Tanecikler** **2. Bölüm**

Ders : Fen ve Teknoloji
Konu : Maddeyi Oluşturan Tanecikler
Şiirge Etkinliği

Merhaba arkadaşlar! Etkinliğimize hoş geldiniz.
Bu etkinlikte farklı maddelerin sıkıştırılma özelliklerini karşılaştıracız. Haydi! Başlıyoruz.
Unutma! Bu etkinlikte gösterilen taneciklerin renk ve şekilleri temsili olarak verilmiştir.

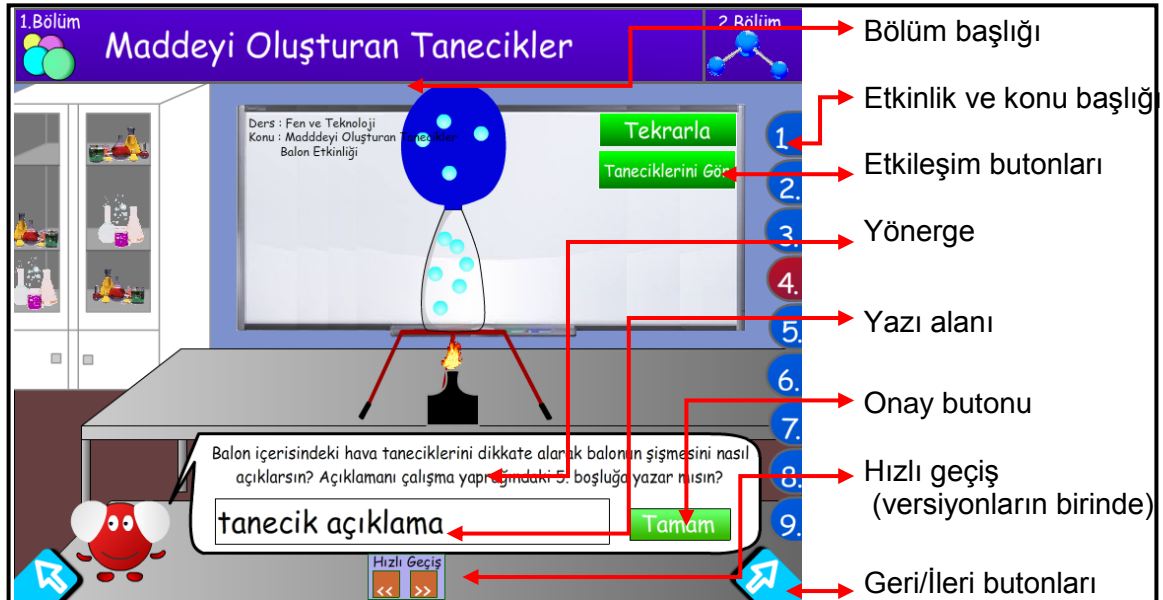
Hızlı Geçiş

Şekil 7. Örnek etkinlik giriş animasyonları ekran görüntüleri

Şekil 7’de “Şırınga” etkinliğine ait dikkat çekici ve bilgilendirici ve “Metal Küre” etkinliğine ait dikkat çekici ve eğlendirici giriş animasyonlarına ait ekran görüntüleri yer almaktadır.

Materyalde yer alan sayfalar ve sayfalarda yer alan menüler öğrencilerin kolaylıkla anlayabileceği ve kullanabileceği şekilde tasarlanmıştır. Materyal boyunca “molekül karakter” sürekli olarak yapılacaklar hakkında yönergeler vererek öğrenciyi yönlendirmektedir. Sayfalarda yer alan butonların işlevleri üzerlerine yazılarak öğrenciye kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Öğrenci istediği zaman ileri-geri butonlarını kullanarak bir önceki ya da sonraki sayfaya geçebilmekte, ana menüye, başka bir bölüme, farklı bir etkinliğe ya da konuya ulaşabilmekte, sayfada bulunan bir animasyonu kontrol edebilmektedir (Şekil 8). Öğrenciler yaptıkları gözlemlerde istedikleri kadar tekrarla öğrenmelerini pekiştirebilmektedir. Bu şekilde öğrencilerin sürekli aktif olması ve kendi öğrenmesinden sorumlu olması sağlanmaktadır (Uşun, 2000).

Ülkemizde, sınıfların kalabalık olması yapılandırmacı yaklaşıma göre hazırlanan öğretim programlarının uygulanmasını güçleştirmektedir. Kalabalık öğrencilerin kontrolünü ve birlikteliği sağlamak amacıyla geliştirilen materyalin her bir geçişte öğretmen tarafından verilen şifrenin girilmesini gerektiren bir versiyonu hazırlanmıştır. Böylece öğrenciler, sayfalarda yer alan sorulara yanıt vermek, bir sonraki adıma geçmek ve verilen yönergeyi yerine getirebilmek için dikkatini derse ve materyale odaklamak durumundadır (Şekil 8).



Şekil 8. BDÖ materyalindeki etkileşimleri gösteren örnek ekran görüntüsü

Şekil 8'de "Balon" etkinliğine ait bir ekran görüntüsü üzerinde materyalde kullanılan etkileşimler gösterilmiştir. Bu etkileşimlere, üzerine gelindiğinde açılan bölüm, konu ve etkinlik başlık butonları, etkinliğin gerçekleştirilmesinde kullanılan etkileşim butonları ve bir önceki ya da sonraki kareye geçmeyi sağlayan ileri geri butonları örnek verilebilir.

TGA yönteminin basamakları göz önünde bulundurularak 5E modeli temel alınarak geliştirilen BDÖ materyalindeki etkinliklerde KDM, AÇT, animasyon, simülasyon, analogi, kavram haritası gibi farklı yöntem ve teknikler birlikte kullanılmış, çeşitli alternatif değerlendirme araçlarına yer verilmiş, videolar, ilginç resim ve bilgilerle desteklenmiştir. Bu yöntem ve tekniklerin BDÖ içerisinde kullanımına ait detaylı bilgiler aşağıda verilmiştir.

Öğretmenin materyali verimli olarak kullanabilmesi için materyalin kullanımının ve dersin işleniş ile ilgili detaylı açıklamaların yer aldığı öğretmen kılavuzu hazırlanmıştır.

3.3.2.1.3.1. Farklı Yöntem ve Tekniklerin Kullanımı

Geliştirilen BDÖ materyalinde Tahmin-Gözlem-Açıklama yöntemi, kavramsal değişim metinleri, anlam çözümlene tabloları, analogiler, kavram haritaları, alternatif değerlendirme araçları gibi farklı yöntem ve teknikler birlikte kullanılmıştır. Her bir konu ve etkinlikte kullanılan yöntem ve teknikler Tablo 17'de gösterilmiştir.

Tablo 17. Konu ve Etkinliklerde Kullanılan Yöntem ve Teknikler

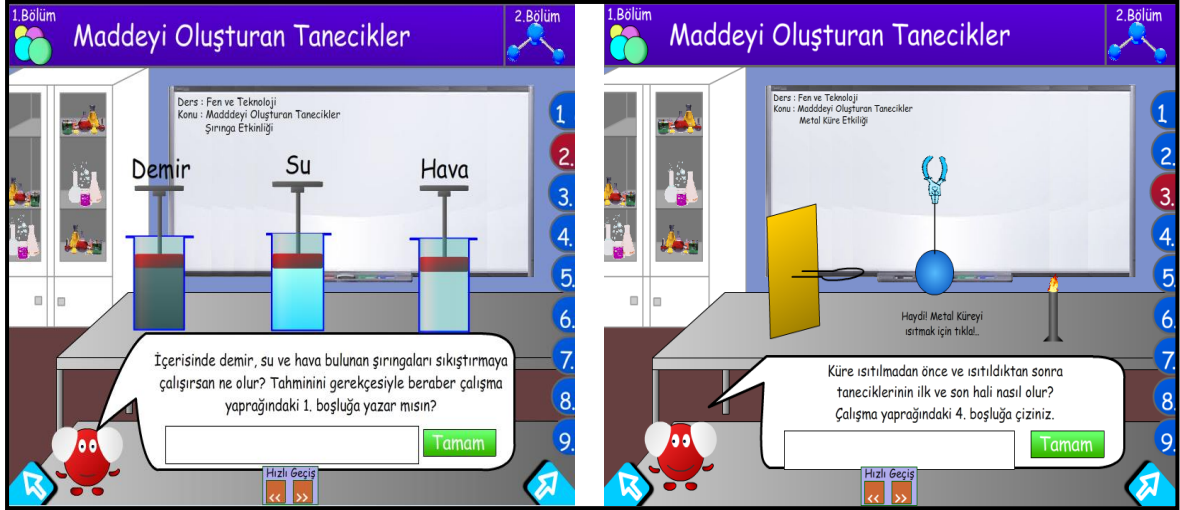
Etkinlik ve Konular	Yöntem ve Teknikler
1.1. Giriş Etkinliği	AÇT, KH
1.2. Şırınga Etkinliği	TGA, KDM, AÇT
1.3. Metal Küre Etkinliği	TGA, KDM
1.4. Balon Etkinliği	TGA, KDM
1.5. Şeker Etkinliği	TGA, KDM
1.6. İyot Etkinliği	TGA, KDM, AÇT
1.7. Mürekkep Etkinliği	TGA, KDM, Analogi
1.8. Nereye Kadar Etkinliği	TGA, KDM
1.9. Zamanda Yolculuk Etkinliği	TGA, AÇT
2.1. Elementler	TGA, KDM, AÇT
2.2. Molekül Yapılı Elementler	TGA, KDM, AÇT
2.3. Bileşikler	TGA, KDM
2.4. Molekül Yapılı Olmayan Bileşikler	TGA, KDM, AÇT

2.5.	Kendimizi Değerlendirelim	AÇT, KH, TDA
3.1.	Fiziksel Değişim	TGA, KDM
3.2.	Kimyasal Değişim	TGA, KDM
3.3.	Saf Madde	TGA, KDM, AÇT
3.4.	Karışımlar	TGA, KDM, AÇT
3.5.	Kendimizi Değerlendirelim	YG, AÇT
1.1.	Gazlar	TGA, KDM, AÇT
1.2.	Sıvılar	TGA, KDM, AÇT
1.3.	Katılar	TGA, KDM, Analoji, , AÇT
1.4.	Hal Değişimi	TGA, KDM
1.5.	Kendimizi Değerlendirelim	YG

3. 3. 2. 1. 3. 1. 1. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) Yöntemi

BDÖ materyalinde yer alan bütün etkinlik ve konular TGA yöntemine göre hazırlanmıştır. Materyaldeki etkinliklere, öğrencilerin olay ya da durum hakkında tahminde bulunmalarıyla başlanmış, animasyon ve videolarla gözlemlerini yapmaları sağlanmış ve ardından açıklamalara yer verilmiştir. BDÖ materyalinde yer alan tahmin, gözlem ve açıklama sorularına verdikleri cevapları öğrenciler BDÖ materyali ile birlikte kullanılan çalışma yapraklarındaki verilen boşluklara yazmıştır. Verilen bu cevaplar sınıf içi tartışmalarla detaylandırılmıştır.

Bu çalışmada TGA yöntemi bireysel olarak uygulanmış ve her bir öğrenciden tahmin, gözlem ve açıklamasını gerekçeleriyle birlikte kendi çalışma yaprağındaki boşluklara yazmaları istenmiştir. Öğrencilerin tahminleri açık uçlu sorularla alınmış ve öğrencilerden yaptıkları tahminleri nedenleriyle birlikte açıklamaları istenirken “*Tahminini gerekçesiyle beraber yazar mısın?*” ifadesine yer verilmiştir. TGA yönteminin tahmin aşamasının kullanımını gösteren BDÖ materyali örnek ekran görüntüleri Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Tahmin aşaması örnek ekran görüntüleri

Şekil 9'da "Şırınga" adlı etkinlikte maddelerin sıkıştırılabilirliği ile ilgili tahminlerinin alındığı ve "Metal Küre" etkinliğinde, metal kürenin ısıtılmadan önce ve ısıtıldıktan sonra taneçiklerinin durumunu tahmin etmeleri ve tahminlerini çizmelerinin istendiği BDÖ materyali ekran görüntüleri verilmiştir. Bu şekilde etkinliklerde makroskobik ve taneçikler düzeyindeki özellik ve değişimlerle ilgili olarak etkinliklere başlarken öğrencilerin tahminleri alınmış ve çalışma yapraklarına bu tahminlerini yazmaları ya da çizmeleri istenmiştir.

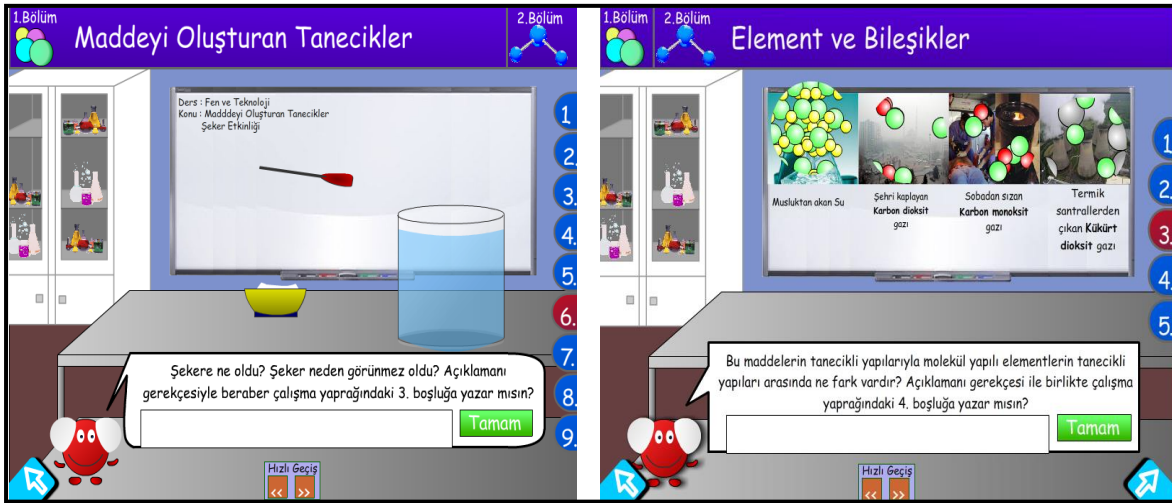
Gözlem aşamasında öğrencilerin oluşturulan etkinlikte geçen olayla ilgili genellikle zihinlerinde çelişki meydana getirebilecek nitelikte gözlem yapmalarını sağlamak için etkileşimli animasyonlar, deneyler ve videolara yer verilmiştir. Gözlem sonuçlarını her bir öğrencinin kendi çalışma yaprağına yazması ve sınıf içerisinde paylaşması istenmiştir. Şekil 10'da gözlem aşamasına ait BDÖ materyali örnek ekran görüntüleri verilmiştir.



Şekil 10. Gözlem aşaması örnek ekran görüntüleri

Şekil 10'da "Şırınga" etkinliğine ait öğrencilerin katı ve sıvıların sıkıştırılamamasına karşın gazların sıkıştırılabilmesine ait makroskobik ve tanecikler düzeyinde gözlemlerinin sorulduğu BDÖ materyali ekran görüntüleri verilmiştir.

Açıklama aşamasında öğrencilerin, olayla ilgili tahminleri ile gözlemleri arasında meydana gelen çelişkili durumu gidermelerine yönelik açıklama yapmaları sağlanır. Çalışmada BDÖ materyalinde öğrencilerin gözlemleri sonucunda olay ve durumlar hakkındaki düşüncelerini çalışma yapraklarına yazmaları istenmiştir. Öğrencilerin çalışma yapraklarına yazdıkları açıklamalarını paylaşmaları ve tartışmaları sağlanmış, ardından BDÖ materyalindeki açıklamalar okunmuş ve açıklanmıştır. Şekil 11'de açıklama aşamasına ait BDÖ materyali örnek ekran görüntüleri verilmiştir.



Şekil 11. Açıklama aşaması örnek ekran görüntüleri

Şekil 11'de şekerin çözünmesi ve bileşiklerle ilgili açıklama aşaması makroskobik ve tanecik düzeyi örnek ekran görüntüleri verilmiştir. Öğrencilerden gözlemlerinden yola çıkarak yapacakları açıklamaları çalışma yapraklarına yazmaları istenmiştir.

3. 3. 2. 1. 3. 1. 2. Kavramsal Değişim Metinleri (KDM)

Çalışmada kullanılan kavramsal değişim metinleri, kavramsal değişim yaklaşımının özellikleri ve literatürdeki kavramsal değişim metinleri dikkate alınarak araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve BDÖ materyali içerisine yerleştirilmiştir. KDM'ler geliştirilirken MTY kavramı ve ünite ile ilgili diğer kavramların öğretiminde karşılaşılan güçlükler, alternatif kavramlar ve olası nedenleri, literatür taraması ve uygulanan testlerle tespit edilmiş ve bu alternatif kavramlar ünite kazanımlarına göre düzenlenmiştir. Belirlenen alternatif kavramlara yönelik olarak KDM'ler geliştirilmiş ve materyal içerisinde

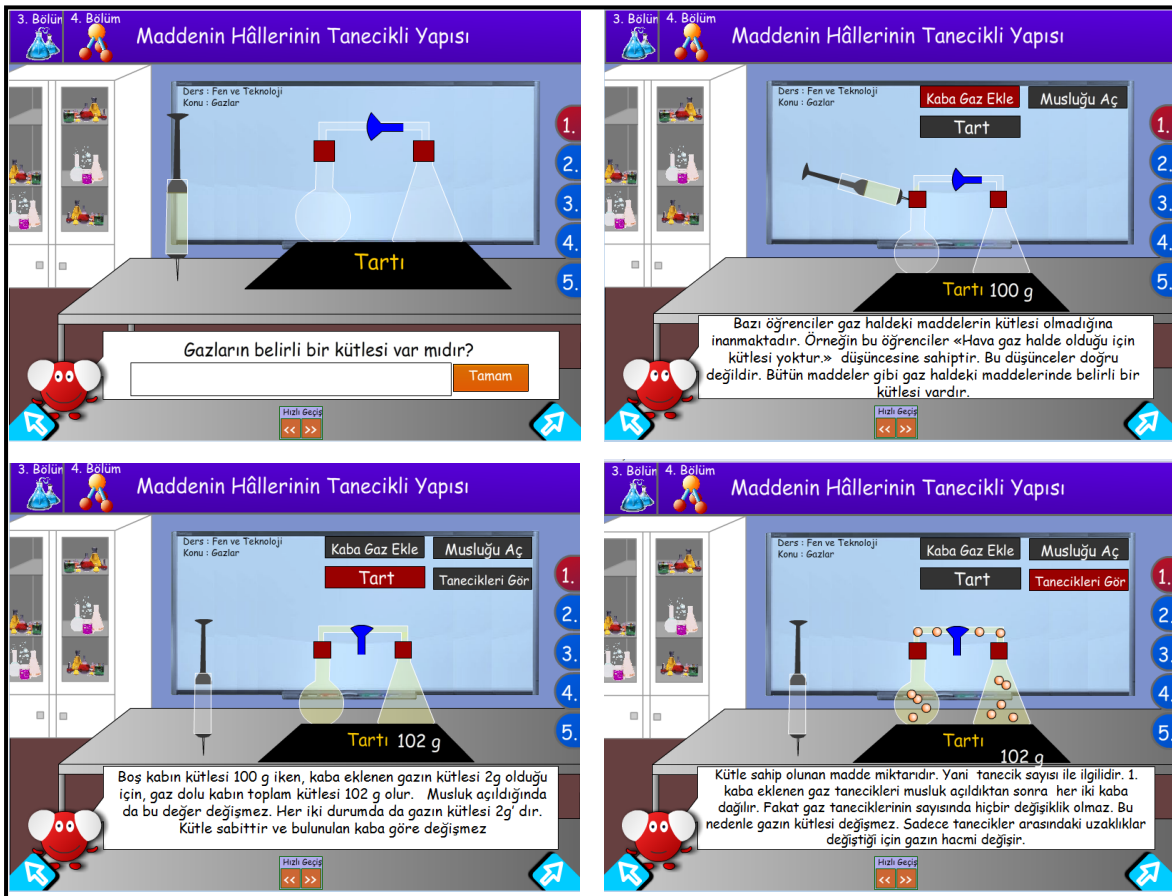
kazanımlara göre konu ve etkinlikler içerisinde bu metinlere yer verilmiştir. BDÖ materyali içerisinde yerleştirilmiş olan metinlerin pilot çalışması materyalle birlikte yapılmıştır.

MTY ünitesi ile ilgili literatürde yer alan, öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramalar ve bu alternatif kavramaları gidermeye yönelik geliştirilen KDM'lerin yer aldığı etkinlik ve konular Tablo 18'de verilmiştir. Alternatif kavramaların belirlenmesi ve etkinliklere göre düzenlenmesinin ardından KDM'lerin nasıl olacağı, nelere dikkat edileceği ve nasıl düzenleneceği konusunda araştırmalar yapılmış ve literatürde yer alan çalışmalar incelenmiştir. Geliştirilen KDM'lerin yapısı, literatürde farklı konular için hazırlanmış ve uygulanmış kavramsal değişim metinlerinin yapısı dikkate alınarak hazırlanmıştır. Metinler BDÖ materyali içerisinde yerleştirilerek animasyonlarla desteklenmiştir.

Tablo 18. Alternatif Kavramalar ve Geliştirilen KDM'lerin Yer Aldığı Etkinlik ve Konular

Etkinlik ve Konular	Alternatif kavramalar
1.2. Şırınga Etkinliği	Bazı maddeler sürekli bir yapıya sahiptir. Bazı maddelerin tanecikleri arasında boşluk yoktur Maddeler sıkıştırıldığında taneciklerinin şeklinde, büyüklüğünde, sayısında değişme olur.
1.1. Metal Küre Etkinliği	Maddeler ısıtıldığında ya da soğutulduğunda taneciklerinin şeklinde, büyüklüğünde, sayısında değişme olur.
1.2. Balon Etkinliği	Isınan ve soğuyan taneciklerin şeklinde, büyüklüğünde, sayısında değişme olur.
1.3. Şeker Etkinliği	Su içerisindeki şeker kaybolur. Suya dönüşür. Başka bir maddeye dönüşür. Erir. Buharlaşır. Suyun tanecikleri su damlaları, Şekerin tanecikleri şeker kristalleridir.
1.4. İyot Etkinliği	Maddelerin gözlenebilen özellikleri ile taneciklerin özellikleri aynıdır. İyot alkol içerisinde erir.
1.5. Mürekkep Etkinliği	Maddelerin gözlenebilen özellikleri ile taneciklerin özellikleri aynıdır. Mavi mürekkebin tanecikleri mavi renktedir. Mürekkep tanecikleri su taneciklerini etkiler, onları maviye boyar.
1.6. Nereye Kadar Etkinliği	Kâğıdı keserken atomları da kesilir. Canlıların atomları da canlıdır. Atomlar mikroskopla görülebilir.
1.7. Zamanda Yolculuk	Atom kavramı ile ilgili düşünceler zamanla değişmemiştir. Atom kavramı ile ilgili bundan sonra daha değişim olmaz.
2.1. Elementler	Maddelerin fiziksel görünümüyle atomların görünümü aynıdır. Bir elementin bütün atomları aynı özellikte değildir. Farklı elementlerin atomları aynı özellikte olabilir.
2.2. Molekül Yapılı Elementler	Elementler molekül yapıları olmaz. Sadece bileşikler moleküllerden oluşur.
2.3. Bileşikler	Bileşik molekülleri aynı atomlardan oluşur. Bir bileşiğin molekülleri arasında farklılık olabilir. Farklı bileşiklerin aynı cins atomları aynı özellikte değildir. Bileşikler saf madde değildir.
2.4. Molekül Yapılı Olmayan Bileşikler	Bütün bileşikler moleküllerden meydana gelir.
3.1. Fiziksel Değişim	Hal değişiminde maddelerin kimliği değişir. Maddeler ısıtıldığında, soğutulduğunda, hal değiştirdiğinde taneciklerinin özellikleri değişir. Bir madde çözününce tanecikli yapısı değişir. Başka bir maddeye dönüşür, yeni maddeler oluşur.
3.2. Kimyasal Değişim	Su ısıtıldığında, buharlaştığında kimyasal değişime uğrar. Gazlı içeceklerdeki kabarcıklar kimyasal değişimi gösterir
3.3. Saf Madde	Saf maddeler sadece tek tür atom içerir. Bileşikler farklı atomlardan oluştuğu için saf değildir. Su, şeker saf değildir.
3.4. Karışımlar	Bileşikler farklı atomların birleşmesinden oluştuğu için karışımdır. Karışımlar her zaman iki farklı elementin birleşmesiyle oluşur. Bütün sıvılar karışımdır. Karışımı oluşturan maddeler birbirinden ayrılamaz. Alaşımlar bileşiktir
4.1. Katılar	Katı tanecikleri hareketsizdir.
4.2. Sıvılar	Sıvı molekülleri içinde bulunduğu kabın şeklini alır. Su moleküllerinin şekli, kabın şekline göre değişir.
4.3. Gazlar	Gazlar akışkan değildir. Akışkanlık sadece sıvılara ait bir özelliktir. Gaz haldeki maddelerin hacmi yoktur. Gaz haldeki maddeler boşlukta yer kaplamaz. Su, gaz halinde iken su molekülleri diğer hallere göre daha hafiftir. Su, gaz halinde iken su tanecikleri en büyüktür. Gazların kütlesi yoktur. Hava gaz halde olduğu için kütlesi yoktur.
4.4. Hal Değişimi	Taneciklerin ağırlığı maddenin bulunduğu fiziksel hale göre değişir. Tanecikler katı halde en ağır, gaz halde ise en hafiftir. Taneciklerin büyüklüğü maddenin bulunduğu fiziksel hale göre değişir. Hal değişimi sırasında taneciklerin şeklinde, büyüklüğünde ve sayısında değişiklik olur. Buzdaki moleküller suya göre daha soğuktur. Su donunca molekülleri de donar. Molekülleri arasında boşluk kalmaz.

Araştırmada kullanılan KDM'ler genel olarak dört temel bölümden oluşmaktadır. Metinler, öğrencilere sahip oldukları alternatif kavramalar ya da olaylar hakkında onlara yöneltilen bir soru ile başlamaktadır. Daha sonra, kavram veya olay ile ilgili öğrencilerde sıklıkla görülen alternatif kavramalar öğrencilere sunulmakta ve onların bu kavramlara sahip olmalarındaki olası nedenler açıklanmaktadır. Bazı metinlerde ise literatürde, öğrencilerin alternatif kavramalara sahip olmalarındaki olası nedenlere yeterince yer verilmediğinden, bu olası nedenler kavramsal değişim metinlerinin hepsinde yer almamaktadır. Metinlerin devamında, sunulan öğrenci fikirlerinin neden yanlış oldukları öğrencilere açıklanmaktadır. Metinlerin son bölümünde ise, üzerinde tartışılan kavram veya olayla ilgili bilimsel olarak kabul edilen fikirler öğrencilere sunulmaktadır. Bu bölümde bilimsel olarak kabul edilen yeni kavram veya fikirler, onların açıkça anlayabilecekleri bir şekilde örneklerle ve animasyonlarla desteklenmiştir. Şekil 12'de bu bölümlere ait örnek BDÖ materyali ekran görüntüleri verilmiştir. Bu bölümler tekrarlara neden olmaması, akıcılığın engellenmemesi, metinlerin çok uzamaması ve öğrencilerin sıkılmaması için çoğu zaman birleştirilerek ve kısaltılarak verilmiştir.



Şekil 12. KDM örnek ekran görüntüleri

Şekil 12’de gazların belirli bir kütlelerinin olmadığı alternatif kavramasına yönelik hazırlanan KDM’ye ait BDÖ materyali ekran görüntüleri yer almaktadır.

3. 3. 2. 1. 3. 1. 3. Animasyon ve Simülasyonlar

Geliştirilen BDÖ materyalinde her bir konu ya da etkinlikte animasyon ve simülasyona yer verilmiştir. Animasyonlar öğrencilerin ilgisini çekmede ve ön bilgilerini ortaya çıkarmada (Şekil 7), deneylerin yapılmasında (Şekil 9, 10, 11) ve günlük hayattan birçok olayın açıklanmasında (Şekil 17) kullanılmıştır. Simülasyonlar ise taneciklerin gösteriminde kullanılmıştır (Şekil 8, 10, 11, 12). Bazı animasyon ve simülasyonlar literatürden (URL-3, 2010; URL-4, 2010) alınmıştır. BDÖ materyali içerisinde kullanılan animasyon ve simülasyonların konu ve etkinliklere göre dağılımı Tablo 19’da verilmiştir.

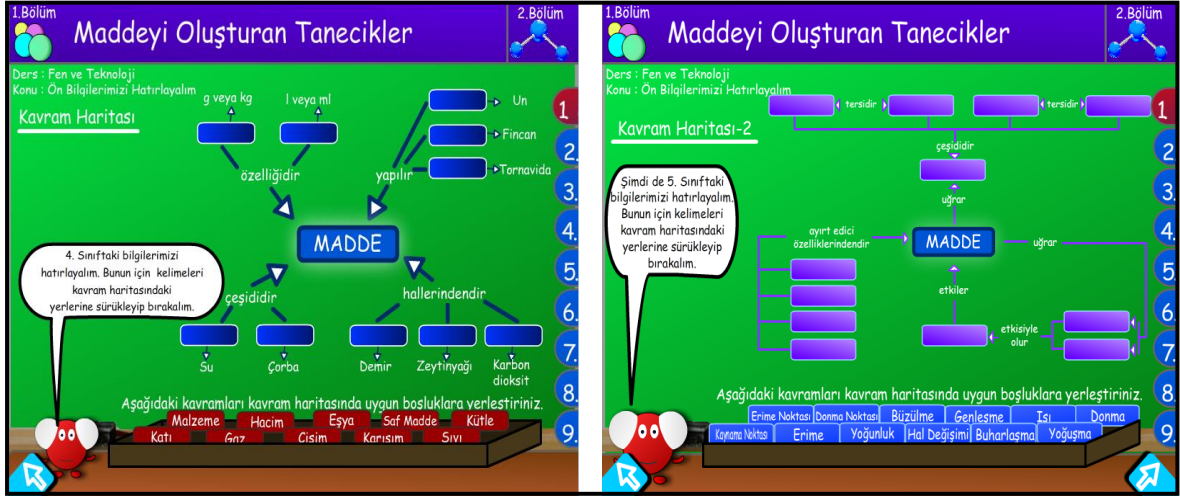
Tablo 19. BDÖ Materyalinde Kullanılan Animasyon ve Simülasyonların Konu ve Etkinliklere Göre Dağılım

Kullanıldığı Yer	Animasyon	Simülasyon
1.1. Giriş	<ul style="list-style-type: none"> • Karşılama animasyonu 	-
1.2. Şırınga Etkinliği	<ul style="list-style-type: none"> • Demir, su ve havanın sıkıştırılması • Pamuk, mantar tıpa ve bulaşık süngerinin sıkıştırılması • Vinçlerin çalışma şekli • Araba ve bisiklet tekerinin şişirilmesi • Maddelerin sıkıştırılabilirliklerine göre araçlara yüklenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Sıkıştırılan katı, sıvı ve gazların tanecik simülasyonları
1.3. Metal Küre	<ul style="list-style-type: none"> • Termometrenin patlaması giriş animasyonu • Metal kürenin ısıtılıp soğutulularak halkadan geçirilmesi • Ütünün çalışması (Metal çiftlerinin genişmesi) 	<ul style="list-style-type: none"> • Metal kürenin tanecik simülasyonları
1.4. Balon Etkinliği	<ul style="list-style-type: none"> • Uçan balon giriş animasyonu • Isıtılan balonun ağzına takılan balonun şişmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Hava tanecikleri simülasyonu
1.5. İyot Etkinliği	<ul style="list-style-type: none"> • İyotun alkolde çözünmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • İyot ve alkol tanecikleri simülasyonu
1.6. Şeker Etkinliği	<ul style="list-style-type: none"> • Şekerin suda çözünmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Şeker ve su tanecikleri simülasyonu
1.7. Mürekkep Etkinliği	<ul style="list-style-type: none"> • Mürekkebin soğuk ve sıcak suda yayılması 	<ul style="list-style-type: none"> • Mürekkep ve su tanecikleri simülasyonu
1.8. Nereye Kadar	<ul style="list-style-type: none"> • Taneciğin bölünmesi giriş animasyonu • Alüminyum folyonun makasla ortadan bölünmesi • Katı (Tuğla), sıvı (su) ve Gaz (duman) yaklaşma animasyonu • Uzaydan insan vücuduna yaklaşma animasyonu 	<ul style="list-style-type: none"> • Katı, sıvı ve gaz tanecik simülasyonları
1.9. Zamanda yolculuk	<ul style="list-style-type: none"> • Uçan daire giriş animasyonu 	-

2.1. Elementler	• Elementler şarkısı	• Demir, bakır, altın, gümüş, alüminyum ve cıva tanecik simülasyonları
2.2. Molekül Yapılı Elementler	-	• Hidrojen, iyot ve oksijen tanecik simülasyonları
2.3. Bileşikler	• Molekül modelleri yapımı	• Su, karbon dioksit, karbon monoksit ve kükürt dioksit tanecik simülasyonları
2.4 Molekül Yapılı Olmayan Bileşikler	-	• Yemek tuzu ve potasyum klorür tanecik simülasyonu
3.1. Fiziksel Değişim	• İyotun alkolde çözünmesi, suyun buharlaşması, buzun erimesi ve küp şekerin ezilmesi • Kapalı kapta buzun erimesi ve suyun buharlaşması sırasında kütlelenin değişmeyeceğini gösteren animasyon	• İyot, alkol, su, şeker tanecik simülasyonları
3.2. Kimyasal Değişim	• Kömürün yanması, demirin paslanması, solunum ve elektroliz animasyonları • Yiyeceklerin mayalanması, bozulması ve küflenmesi animasyonları • Suyun buharlaşması • Gazlı içeceklerden karbondioksit gaz çıkışı	• Solunum ve fotosentezde gaz değişimi simülasyonları
3.3. Saf Madde	• Saf madde sürükte bırak değerlendirme animasyonu	• Demir, oksijen, su ve tuz tanecik simülasyonları
3.4. Karışımlar	• Alaşım oluşturulması • Karışımlar sürükte bırak değerlendirme animasyonu	• Demir, kükürt, su, tuz, şeker ve azot, oksijen ve karbondioksit tanecik simülasyonları
3.5. Kendimizi Değerlendirelim	• Mayalanma, bozulma, paslanma ve yanma, fotosentez, solunum, asit ve bazların nötrleşmesi, kaynama, donma, animasyonları	• Tanecikleri simülasyonları
4.1. Gazlar	• Havanın sıkıştırılması • Kapalı kaplarda gaz basıncı • Gazların belirli bir şekli ve hacmi olmadığını gösteren animasyon • Gazların belirli bir kütlelerinin olduğunu gösteren animasyon	• Gaz tanecikleri simülasyonları
4.2. Sıvılar	• Suyun sıkıştırılması • Sıvıların belirli bir şeklinin ve hacminin olup olmadığını gösteren animasyon • Sıvıların belirli bir kütlelerinin olduğunu gösteren animasyon	• Sıvı tanecikleri simülasyonları
4.3. Katılar	• Demirin sıkıştırılması • Katıların belirli bir şeklinin ve hacminin olup olmadığını gösteren animasyon • Katıların belirli bir kütlelerinin olduğunu gösteren animasyon	• Katı tanecikleri simülasyonları
4.4. Hal Değişimi	• Buzun erimesi ve suyun buharlaşması animasyonu	• Hal değişimi sırasında taneciklerin özelliklerinde meydana gelen değişimleri gösteren simülasyon

3. 3. 2. 1. 3. 1. 4. Kavram Haritaları

Geliştirilen BDÖ materyali içerisinde kavram haritalarına yer verilmiştir. Verilen kavramlar, öğrenciler tarafından kavramlar arası ilişkiler göz önünde bulundurularak sürükle-bırak tekniğiyle kavram haritasında uygun yerlere yerleştirilir. BDÖ materyalinde kullanılan kavram haritalarına ait örnek ekran görüntüleri Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Kavram haritası örnek ekran görüntüleri

Şekil 13'te öğrencilerin 4. ve 5.sınıfta öğrendikleri madde ile ilgili ön bilgilerinin belirlenmesinde kullanılan kavram haritalarına ait BDÖ materyali ekran görüntüleri verilmiştir. Kavram haritaları materyal içerisinde değerlendirme amaçlı olarak 5E modelinin Girme ve Değerlendirme basamaklarında kullanılmıştır.

3. 3. 2. 1. 3. 1. 5. Analogiler

Soyut kavramların modellenmesinde ve somutlaştırılarak gösterilmesinde oldukça etkili olması nedeniyle BDÖ materyali içerisinde analogilere yer verilmiştir. Analogiler, benzeyen ve benzetilen özelliğin karşılaştırıldığı tablolar olan analogi haritalarıyla birlikte verilmiştir. Şekil 14'te BDÖ materyalinde kullanılan bir analogi ve analogi haritasına ait örnek ekran görüntüleri verilmiştir.

1. Bölüm **Maddeyi Oluşturan Tanecikler** **2. Bölüm**

Ders: Fen ve Teknoloji
Konu: Maddeyi Oluşturan Tanecikler
Mürekkep Erkiğiği

Bir Hikaye

Bir profesör, bir gün ders başladığında, hiç bir şey söylemeden masanın üstüne büyükçe bir kavanoz koydu ve içini tenis toplarıyla doldurdu. Ve öğrencilere kavanozun dolup dolmadığını sordu. Öğrenciler hep bir ağızdan, kavanozun dolduğunu söylediler.

Profesör bu kez, önündeki kutulardan birinden aldığı çakıl taşlarını kavanoza döktü. Çakıl taşları, tenis toplarının aralarındaki boşluklara gitti ve boşlukları doldurdu. Profesör, kavanozun dolup dolmadığını bir kez daha sordu. Öğrenciler yine hep birlikte, kavanozun dolduğunu söylediler.

Profesör onların bu yanıtını duymamış gibi yaptı, masadaki kurtu aldı, içindeki kumu kavanoza boşalttı. Bu kez kavanoza akan kum tanecikleri, çakıl taşlarının aralarındaki boşlukları doldurdu. Profesör, kavanozun dolu olup olmadığını bir kez daha sordu öğrencilere...

Hızlı Geçiş

1. Bölüm **Maddeyi Oluşturan Tanecikler** **2. Bölüm**

Benzeyen Özellik	Karşılaştırma	Benzetilen Özellik
Pinpon topları, çakıl taşları, kum tanecikleri	Karşılaştırılır	Alkol, iyot, su, şeker, mürekkep taneciklerine
Pinpon topları, çakıl taşları, kum tanecikleri arasındaki boşluklar	Karşılaştırılır	Alkol, iyot, su, şeker ve mürekkep tanecikleri arasındaki boşluklara
Pinpon topları, çakıl taşları, kum taneciklerinin birini arasındaki boşlukları doldurması ve karışması	Karşılaştırılır	Alkol, iyot, su, şeker, mürekkep taneciklerinin birini arasındaki boşlukları doldurması ve karışması
Pinpon topları, çakıl taşları, kum taneciklerinin karışması	Karşılaştırılmaz	Alkol, iyot, su, şeker, mürekkep taneciklerinin karışmasıyla Tanecikler her tarafa eşit homojen bir şekilde dağılırken pinpon topları, çakıl taşları ve kum tanecikleri heterojen bir şekilde karışır.
Pinpon topları, çakıl taşları, kum taneciklerinin büyüklüğü	Karşılaştırılmaz	Alkol, iyot, su, şeker, mürekkep taneciklerinin büyüklüğü ile Tanecikler pinpon topları, çakıl taşları ve kum tanecikleriyle karşılaştırılmayacak kadar küçüktür.
Pinpon topları, çakıl taşları, kum taneciklerinin sayısı	Karşılaştırılmaz	Alkol, iyot, su, şeker, mürekkep taneciklerinin sayısı ile Tanecikler pinpon topları, çakıl taşları ve kum taneciklerinin sayısıyla karşılaştırılmayacak kadar küçüktür.
Pinpon topları, çakıl taşları, kum tanecikleri arasındaki boşluklar	Karşılaştırılmaz	Alkol, iyot, su, şeker, mürekkep tanecikleri arasındaki boşluklarla Tanecikler arası boşlukları pinpon topları, çakıl taşları ve kum taneciklerinin arasındaki boşluklarla karşılaştırılmayacak kadar küçüktür.

Beraberce yukarıdaki Analoji haritasını inceleyelim.

Hızlı Geçiş

Şekil 14. Analoji örnek ekran görüntüleri

Şekil 14'te BDÖ materyalinde kullanılan maddenin tanecikli ve boşluklu yapısını açıklayan hikâye tarzı bir analogiye ve bu analogiye ait analogi haritasına yer verilmiştir.

3. 3. 2. 1. 3. 1. 6. Anlam Çözümleme Tabloları

Anlam Çözümleme Tabloları (AÇT) varlıkların ya da nesnelerin özelliklerinin sınıflandırılması amacıyla iki boyutlu olarak geliştirilen tablolardır. Tablonun bir boyutunda özellikleri çözümlenecek olan varlıklar veya kavramlar, diğer boyutunda ise özellikler sıralanır. AÇT kavramların tanımlayıcı ve ayırt edici özelliklerinin öğrenilmesinde etkili biçimde kullanılabilir (Ayas, 2005). Bu amaçla BDÖ materyali içerisinde AÇT'lere yer verilmiştir. Materyalde kullanılan AÇT'lere ait örnek ekran görüntüleri Şekil 15'te verilmiştir.

1. Bölüm **2. Bölüm** **Element ve Bileşikler**

Tanecik Modeli	Küçük çepit atom	Bir tanecikli atom sayısı	Bir tanecikli atom sayısı	Element çeşidi
				Molekül Yapılı
				Atomik Yapılı
				Molekül Yapılı
				Atomik Yapılı
				Molekül Yapılı
				Atomik Yapılı
				Molekül Yapılı
				Atomik Yapılı

Sürükle ve Bırak

Doğru sayıları kutucuklara yazarak "Enter" tuşuna basınız

Hızlı Geçiş

1. Bölüm **2. Bölüm** **Element ve Bileşikler**

Element	Element Değil	Element	Element Değil
Element	Element Değil	Element	Element Değil
Element	Element Değil	Element	Element Değil
Element	Element Değil	Element	Element Değil
Element	Element Değil	Element	Element Değil
Element	Element Değil	Element	Element Değil

Yukarıda tanecik modelleri gösterilen maddelerin element olup olmadığını üzerine tıklayarak belirtiniz.

Hızlı Geçiş

Şekil 15. AÇT örnek ekran görüntüleri

Şekil 15'te element ve bileşiklerin tanecikli gösterimlerine ait AÇT'ler yer almaktadır. Bu AÇT'lerde öğrencilerden, verilen modelde kaç çeşit tanecik olduğu ve bir tanecikte kaç tane atom bulunduğunu belirlemeleri ve böylece gösterimin ait olduğu maddenin element ya da bileşik olduğuna, atomik ya da molekül yapıya karar vermeleri beklenmektedir. AÇT'ler materyal içerisinde 5E modelinin değerlendirme basamağında kullanılmıştır.

3. 3. 2. 1. 3. 1. 7. Alternatif Değerlendirme Araçları

BDÖ materyali içerisinde alternatif değerlendirme aracı olarak kavram haritalarının ve AÇT'lerin yanı sıra, tanılayıcı dallanmış ağaç ve yapılandırılmış grid kullanılmıştır. BDÖ materyalinde kullanılan tanılayıcı dallanmış ağaç ve yapılandırılmış grid ekran görüntüleri Şekil 16'da verilmiştir. Öğrenciler tanılayıcı dallanmış ağaç üzerinde yer alan doğru (D) ve yanlış (Y) butonlarına tıklayarak soruları sırayla cevaplar ve çıkışa ulaşırlar. Yapılandırılmış gride ise kutucuklarda verilen maddelerin resim ya da tanecik modellerinin numara ya da harflerini tıklayarak doğru kutucukları seçer ve soruyu cevaplandırırılar.

The image displays two screenshots of the BDÖ (Digital Diagnostic) software interface. The left screenshot shows a concept map titled "Element ve Bileşikler" with seven questions and corresponding "D" (True) or "Y" (False) buttons. The right screenshot shows a grid titled "Maddenin Hâllerinin Tanecikli Yapısı" with five questions and a grid of letters "a" through "i" for selection. Both screens include a red cartoon character and a "Hızlı Geçiş" (Fast Forward) button.

Şekil 16. Alternatif değerlendirme araçları örnek ekran görüntüleri

Şekil 16'da BDÖ materyalinde kullanılan element ve bileşiklerle ilgili sekiz seçimlik örnek tanılayıcı dallanmış ağaç ekran görüntüsü ve dokuz kutucuktan oluşan katı, sıvı ve gazların özellikleri ile ilgili yapılandırılmış grid ekran görüntüleri verilmiştir. Materyal içerisinde alternatif değerlendirme araçları 5E modelinin değerlendirme aşamasında kullanılmıştır.

3. 3. 2. 1. 3. 2. 5E Modelinin Kullanımı

BDÖ materyalinin içeriği yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline göre düzenlenmiştir. Aşağıda 5E modelinin girme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme basamaklarına yönelik olarak BDÖ materyalinde yapılan düzenlemeler açıklanmıştır.

3. 3. 2. 1. 3. 2. 1. Girme Basamağı

Girme basamağında başlangıçta, giriş etkinliğinde öğrencilerin ünite ile ilgili ön bilgilerinin ortaya çıkarılması ve daha önce öğrenilenlerin hatırlanması amacıyla 4. ve 5. sınıf seviyesi ile ilgili kavram haritalarına yer verilmiştir (Şekil 13). Geliştirilen BDÖ materyalinde eğlendirici ve dikkat çekici etkinlik giriş sayfalarına yer verilmiştir (Şekil 7). Ayrıca bu basamakta ön bilgilerin ve alternatif kavramaların belirlenmesi amacıyla etkinlikteki olay ya da durum hakkındaki TGA yönteminin tahmin aşamasında sorular kullanılmıştır (Şekil 9). Öğrenciler bu cevaplarını çalışma yapraklarındaki ilgili boşluklara yazmış ve sınıf içerisinde diğer arkadaşlarıyla paylaşmıştır.

3. 3. 2. 1. 3. 2. 2. Keşfetme Basamağı

Geliştirilen BDÖ materyalinde öğrenciler bilgisayar ortamında etkinlikler yaparak, etkinliklerin videolarını izleyerek, maddelerin makroskobik ve tanecikli yapılarında animasyon ve simülasyonlar üzerinde incelemelerde bulunarak veriler toplamış ve görüş oluşturmaya çalışmışlardır. Materyalde her bir konu ve etkinlikte yer verilen TGA yönteminin gözlem aşaması bu amaçla kullanılmıştır (Şekil 10). Gözlemlerinden elde ettikleri verileri çalışma yaprağında ilgili soruya cevap olarak yazmış ve arkadaşlarıyla paylaşmışlardır.

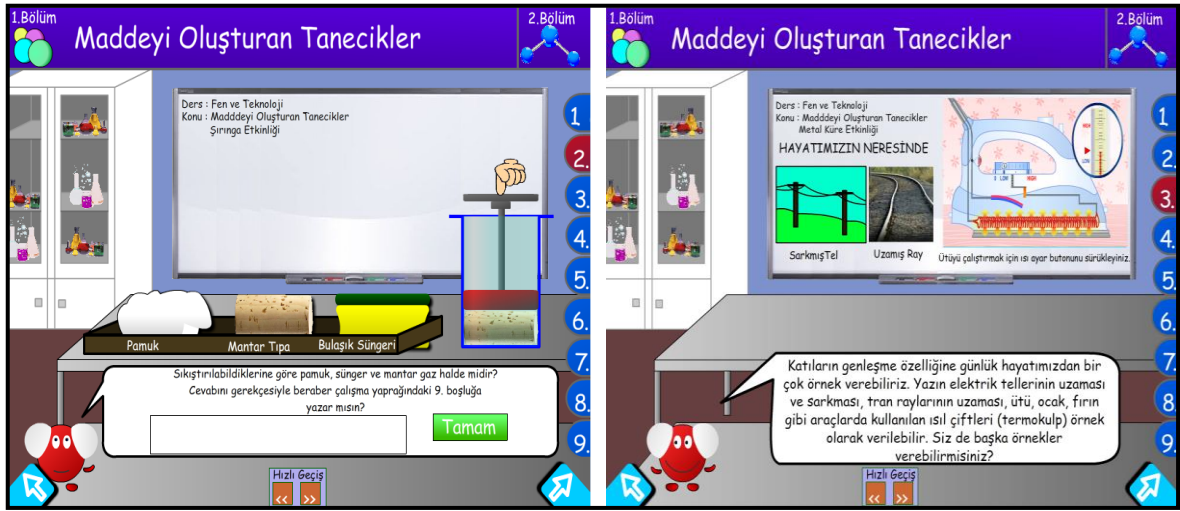
3. 3. 2. 1. 3. 2. 3. Açıklama Basamağı

Bu basamakta öğrenciler TGA yönteminin gözlem aşamasında topladıkları verilerden yola çıkarak açıklamalarda ve yorumlamalarda bulunmuşlardır. Bu amaçla BDÖ materyalinde TGA yönteminin açıklama aşamasında yer alan soruların çalışma yapraklarına yazdıkları cevaplarını arkadaşlarına açıklayarak paylaşmışlardır. Devamında BDÖ materyalinde etkinliklerdeki olay ya da durumla ilgili açıklamalar verilmiştir (Şekil 11). Ders esnasında video, animasyon ya da simülasyonlarla desteklenen açıklamalar okunarak tartışılmış ve öğretmen tarafından gerekli açıklamalar yapılmıştır. Ayrıca bu basamakta öğrencilerin konuyla ilgili sahip oldukları alternatif kavramaların giderilmesi

amacıyla KDM'ler kullanılmıştır (Şekil 12). Bu metinlerin başlangıcında yer alan sorular çalışma yapraklarına cevaplanmış, tartışılmış ve devamında çoğu zaman tanecik düzeyindeki gösterimlerle desteklen KDM'ler okunarak gerekli açıklamalar yapılmıştır.

3. 3. 2. 1. 3. 2. 4. Derinleşme Basamağı

BDÖ materyalinde derinleştirme basamağında öğrenilen bilgilerin yeni durumlara uygulanarak cevaplanabileceği farklı etkinlik, olay ve durumlarla ilgili sorulara ve açıklamalara yer verilmiştir. Bu amaçla bazı etkinliklerde, öğrenilen bilgilerin günlük hayattan uygulamalarını içeren “Hayatımızın Neresinde” bölümlerine yer verilmiştir. Derinleştirme basamağında kullanılan etkinlik ve olaylara ait örnek ekran görüntüleri Şekil 17’de verilmiştir.



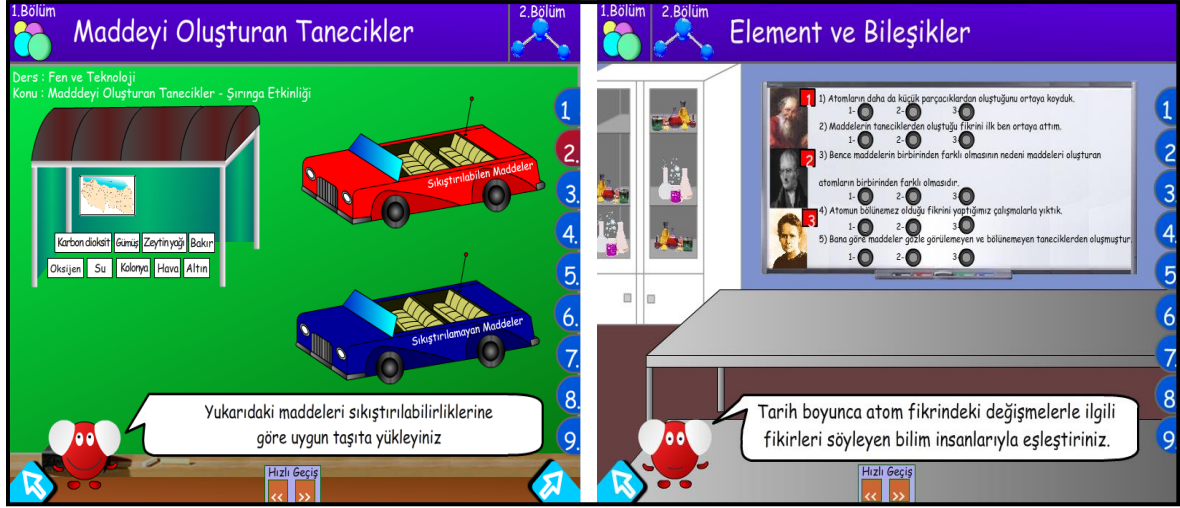
Şekil 17. Derinleştirme basamağı örnek ekran görüntüleri

Şekil 17’de BDÖ materyali ekran görüntülerinde öğrencilerin maddelerin boşluklu yapısı ile ilgili bilgilerinin derinleştirilmesinde kullanılan sıkıştırılabilen katılarla ilgili bir etkinliğe ve metallerin genişmesine ait günlük hayattan uygulamalar görülmektedir.

3. 3. 2. 1. 3. 2. 5. Değerlendirme Basamağı

Değerlendirme basamağında, BDÖ materyali içerisinde her bir etkinlik ya da konuda farklı alternatif değerlendirme araçlarına yer verilmiştir. Alternatif değerlendirme aracı olarak kavram haritaları (Şekil 13), anlam çözümüleme tabloları (Şekil 15), tanılayıcı dallanmış ağaç (Şekil 16), yapılandırılmış grid (Şekil 16) ve sürükle-bırak şeklindeki ya da eşleştirme gerektiren sorulara (Şekil 18) yer verilmiştir. Ayrıca bölüm sonlarında

“Kendimizi Değerlendirelim” başlığı altında yukarıda belirtilen soru tiplerini içeren değerlendirme etkinliklerine yer verilmiştir.



Şekil 18. Değerlendirme basamağı örnek ekran görüntüleri

Şekil 18’de sıkıştırılabilirliğine göre maddelerin sınıflandırılmasının istendiği sürükle bırak tekniği ile cevaplanacak bir soru ve atom ile ilgili, bilim insanlarıyla fikirlerinin eşleştirilmesini içeren bir soruya ait ekran görüntüleri verilmiştir.

3. 3. 2. 1. 4. Uygulama Sürecinde Yapılan İşlemler

BDÖ materyalinin ilk geliştirilme süreci tamamlandıktan sonra uzman görüşleri alınarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Bu düzeltmelerin ardından materyalin ön uygulaması yapılmıştır. Ön uygulamada belirlenen eksiklik ve aksaklıklar giderilerek materyal pilot uygulamalara hazır hale getirilmiştir. Pilot uygulamalar yapılmış ve pilot uygulamalar neticesinde BDÖ materyalinin tasarımı değiştirilmiş, daha ilgi çekici hale getirilmiş ve asıl uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Bölüm 3.3.3’te ön ve pilot uygulamalar ve yapılan düzeltmeler hakkında, Bölüm 3.3.4’te ise asıl uygulamalar hakkında detaylı bilgiler sunulmuştur.

3. 3. 2. 1. 5. Değerlendirme Sürecinde Yapılan İşlemler

BDÖ materyalinin geliştirilme sürecinin her aşamasında biçimlendirici değerlendirme yapılmıştır. Tasarımı biten her bir etkinlik ya da konu incelenerek, her bir karenin öykü yapraklarında belirtilen açıklamalar doğrultusunda hazırlanıp hazırlanmadığı kontrol edilmiş ve belirlenen eksiklikler tekrar tekrar kontrol edilerek düzeltilmiştir. Ayrıca ön ve pilot uygulamalarda araştırmacı tarafından materyalde ve uygulamada tespit edilen

eksiklikler not edilmiş, üzerinde yapılması gerekli düzeltmeler belirlenmiş ve asıl uygulama öncesine kadar bu eksikler giderilmiştir. Tespit edilen eksiklik ve aksayan yönler yönelik yapılan değişiklikler Bölüm 3.3.3.1.'de verilmiştir. Pilot çalışma sırasında, ayrıca pilot uygulama süresince öğrencilerin materyalle ve uygulamalarla ilgili sürekli görüşleri alınmıştır.

Geliştirme süreci tamamlanan BDÖ materyali asıl uygulamalar öncesi iki kimya eğitimi alanında uzman öğretim üyesine, iki bilgisayar ve öğretim teknolojileri bölümü öğretim üyesine ve iki Fen ve Teknoloji öğretmenine inceletirilerek önerileri alınmış ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. BDÖ materyalinin son hali Ek-7'de verilmiştir.

3. 3. 2. 2. Çalışma Yaprakları

Çalışma yaprakları, öğrencilerin etkinlikleri aşamalar halinde yürütebilmesi, derse katılımı teşvik etmesi, öğrencilerin ilgi ve dikkatini çekmesi, düşünmeye sevk etmesi, öğrencilerin kendi öğrenmeleriyle meşgul olmasını sağlaması ve alternatif kavramaların giderilmesine yardım etmesinden dolayı kullanılmıştır. Çalışma yapraklarının geliştirilmesi aşamasında dil açısından seviyeye uygun olmasına, cümlelerin kısa tutulup akıcılığın sağlanmasına ve dikkat çekici olmasına özen gösterilmiştir. Geliştirilen ve kullanılan çalışma yaprakları Ek-8'de verilmiştir.

Geliştirilen çalışma yaprakları bire bir BDÖ materyalindeki etkinliklere yönelik olarak hazırlanmış ve materyalle birlikte kullanılmıştır. Çalışma yaprakları TGA yönteminin basamakları göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Çalışma yaprağındaki ilk bölümde, öğrenciler etkinlikle ilgili tahminlerini yazdıktan sonra BDÖ materyalindeki etkinliği gerçekleştirip gözlemini yaparlar ve gözlem sonuçlarını çalışma yaprağındaki ilgili bölüme yazarlar. Daha sonra da gözlemlerinden yola çıkarak açıklamalarını çalışma yaprağına yazarlar. Varsa gerekli çizimleri yapar ve olayı tanecikler düzeyinde açıklarlar. Öğrenciler çalışma yaprağına yazdığı tahmin, gözlem ve açıklamasını arkadaşlarıyla paylaşır. Çalışma yaprağıının devamında etkinlik içerisinde yer alan kavramsal değişim metinlerinin girişindeki alternatif kavramalarla ilgili sorular yer alır. Bu sorulara cevaplar yazıldıktan sonra paylaşılır ve BDÖ materyalindeki KDM'ler incelenir ve bu şekilde devam edilir. Örnek çalışma yaprağı Şekil 19'da verilmiştir.

Adı ve Soyadı:
Sınıfı:
No:

Merhaba arkadaşlar!
Birlikte Elementleri
keşfetmeye ne dersiniz?

1. ELEMENTLER

BDÖ materyalinde 2. Bölümdaki 1. Etkinliği açınız. Yönergeleri takip ederek soruları cevaplayınız.

1. Yukarıdaki maddeleri oluşturan atomlar sence aynı mıdır? Tahminini gerekçesiyle beraber yazar mısın?

İleri butonuyla geçiniz, ve maddelerin isimlerine tıklayarak taneciklerini, tekrar tıklayarak bir tanecikini daha yakından inceleyiniz.
2. Ne gözlemledin? Gözlemini yazar mısın?

İleri butonuyla geçiniz ve sıradaki soruyu cevaplayınız.
3. Farklı maddelerin tanecikleri farklı mıdır? Açıklamanı gerekçesiyle beraber yazar mısın?

İleri butonuyla geçiniz ve açıklamaları okuyarak tartışınız. Devamında gelen soruyu cevaplayınız.
4. Maddelerin fiziksel görünümüyle atomların görünümü aynı mıdır?

İleri butonuyla geçiniz, gelen kavramsal değişim metnini okuyunuz ve tartışınız. Devamında gelen soruyu cevaplayınız.
5. Bir elementin bütün atomları aynı özellikte midir?

İleri butonuyla geçiniz, gelen kavramsal değişim metnini okuyunuz ve tartışınız. Devamında gelen soruyu cevaplayınız.
6. Farklı elementlerin atomları aynı özellikte olabilir mi?

İleri butonuyla geçiniz ve gelen kavramsal değişim metnini okuyunuz ve tartışınız. Devamında gelen soruyu cevaplayınız.
7. Sence öğrendiklerimizden başka elementler de var mıdır?

Cevabı tartışınız. İleri butonuyla geçiniz ve "Elementler" şarkısını izleyiniz. Değerlendirme etkinliklerini yapınız.

Tebrikler!
Etkinliği Tamamladın.

Şekil 19. Elementlere ait örnek çalışma yaprağı

Şekil 19'da BDÖ materyalinde yer alan "Elementler" etkinliği ile birlikte atomik yapılı elementlerin öğretiminde kullanılan çalışma yaprağı görülmektedir.

3. 3. 2. 3. Öğretmen Rehber Materyali

MTY ünitesinin öğretiminde kullanılacak olan BDÖ materyalinin geliştirilmesinin ardından, öğretim sürecinin nasıl gerçekleştirileceğine ilişkin öğretmen rehber materyalleri hazırlanmıştır. Hazırlanan rehber materyaller öğretmenlere, etkili öğretimin

gerçekleştirilmesinde, öğrencilerin konuyla ilgili alternatif kavramalarını gidermede hangi yöntemleri kullanmaları gerektiği ve kendilerine sunulan öğretim materyallerini, öğretim sürecinin hangi aşamasında nasıl kullanmaları gerektiği konularında yol göstermektedir. Çalışmada, 6. sınıf Fen ve Teknoloji Öğretim Programı'nda konu için ayrılan süre dikkate alınarak, ünitenin bölümlerine göre, her bir etkinliğe bir ders saati ayrılarak 5'er saatlik 5 adet öğretmen rehber materyali hazırlanmıştır.

Öğretmen rehber materyallerinin içeriği, öğretmenin konunun öğretiminde kullanabileceği ve ihtiyaç duyabileceği tüm bilgileri içerecek şekilde düzenlenmeye çalışılmıştır. Çalışma kapsamında geliştirilen ve uygulanan öğretmen rehber materyalleri Ek-9'da verilmiştir. Öğretmen rehber materyalleri, çalışmada uygulanan öğretim sürecini adım adım açıklamaktadır. Hazırlanan öğretmen materyalinin içeriğinde "Alternatif kavramalar ve olası nedenleri" bölümü yer almaktadır. Bu bölümde ünite kavramlarıyla ilgili literatürde yer alan alternatif kavramalar ve bu alternatif kavramaların olası nedenlerinin sunulmasının amacı, öğretmenlerin öğrencilerinde karşılaşılabilecekleri alternatif kavramalardan haberdar olmalarını sağlamak ve onlarda bu alternatif kavramaların oluşmaması veya varsa giderilmesi konusunda dikkat etmeleri gereken hususları görmelerini sağlamaktır.

3. 3. 3. Öğretim Materyallerinin Ön ve Pilot Uygulamaları

Asıl uygulamalar öncesinde geliştirilen öğretim materyallerinin ön ve pilot uygulaması yapılmıştır. Uygulamalar Trabzon il merkezinde bulunan ve araştırmacının görev yaptığı bir ortaokulda, araştırmacı tarafından farklı sınıflarda ve farklı zamanlarda yürütülmüştür. İlk geliştirilme süreci tamamlanan öğretim materyallerinin ön uygulaması 2010-2011 öğretim yılının 1. Döneminde, 6. sınıf seviyesinden 38 kişilik bir öğrenci grubu üzerinde 7 hafta boyunca yapılmıştır. Bu ön uygulama pilot ve asıl uygulamalarda olduğu gibi bilgisayar laboratuvarında bulunan 20 bilgisayar, öğrenciler tarafından iki kişilik gruplar halinde kullanılarak yapılmıştır. Belirlenen eksiklik ve aksaklıkların düzeltilmesine yönelik yapılan düzenlemelerin ardından BDÖ materyali pilot çalışmalar öncesi üç kimya eğitimcisi ve iki bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimcisi tarafından incelenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Öğretim materyallerinin pilot uygulaması veri toplama araçları ile birlikte aynı okulun farklı iki sınıfından toplam 80 (40+40) öğrenci ile aynı öğretim yılının ikinci döneminde 7 hafta süreyle yürütülmüştür. Sınıflardan biri zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin ve çalışma yapraklarının kullanıldığı deney grubunu, diğeri ise yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline uygun öğretmen kılavuzunun (Ercan, 2009) kullanıldığı kontrol grubunu oluşturmuştur. Pilot uygulamalar neticesinde BDÖ materyali yeniden düzenlenmiş, tasarımı değiştirilmiş, daha ilgi çekici hale getirilmiş ve

asıl uygulama öncesindeki son hali verilmiştir. Pilot uygulamada ve asıl uygulamada kullanılan BDÖ materyaline ait aynı ekran görüntüleri Şekil 20’de örnek olarak verilmiştir.



Şekil 20. Pilot ve asıl uygulamada kullanılan BDÖ materyaline ait ekran görüntüleri

Şekil 20’de pilot uygulamada ve asıl uygulamada kullanılan BDÖ materyalinin “Balon” etkinliğine ait aynı ekran görüntüleri verilmiştir. Bu şekilde, materyali daha ilgi çekici hale getirmek için tasarımında yapılan değişiklikler görülmektedir.

Geliştirme süreci tamamlanan BDÖ materyali asıl uygulamalar öncesi iki kimya eğitimi alanında uzman öğretim üyesine, iki bilgisayar ve öğretim teknolojileri bölümü öğretim üyesine ve iki Fen ve Teknoloji öğretmenine inceletirilerek önerileri alınmış ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Çalışma yapraklarında da BDÖ materyalinde yapılan değişikliklere paralel olarak değişiklikler yapılmıştır.

3. 3. 3. 1. BDÖ Materyalinde Yapılan Düzeltmeler

Ön ve Pilot uygulama sırasında, araştırmacı tarafından materyalde ve uygulamada tespit edilen eksiklikler not edilmiş ve bu eksikler giderilmiştir. Ayrıca pilot ve asıl uygulamalar öncesinde uzman görüşleri alınmış ve bu öneriler doğrultusunda bazı değişiklikler yapılmıştır. Pilot uygulama süresince yapılandırılmamış mülakatlarla deney grubu öğrencilerinin uygulamalarla ilgili görüşleri alınmıştır. Pilot uygulamalar neticesinde BDÖ materyali yeniden düzenlenmiş ve asıl uygulama öncesi son hali verilmiştir. Tespit edilen eksiklik ve aksayan yönere yönelik yapılan değişiklikler şunlardır:

1. Öğrencilerin ilgisinin daha çok çekilmesi için görsel öğelere daha çok yer verilmiştir. İnanırcılığın artırılması ve daha eğlenceli hale getirilmesi için tasarımı

değiştirilmiş, arka plan olarak laboratuvar ortamı hazırlanmış ve etkinlikler deney masası üzerinde yapılmaya başlanmıştır.

2. BDÖ materyali içerisinde bazı sayfaların uzun metinler içermesi nedeniyle öğrencilerin ilgisini çekmediği, sıkılmalarına neden olduğu ve öğrencilerin ekrandaki yazıları okumaktan kaçındıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle uzun metinler iki ya da üç farklı animasyon karesine dağıtılarak bu olumsuz durum ortadan kaldırılmıştır.

3. Materyalde bazı etkinliklerin isminin konuyu tam olarak yansıtmadığı ve içerikteki kullanılan bazı maddelerin değiştirilmesinin daha uygun olacağı görülmüştür. Bu nedenle etkinlik isimleri ve içerikteki maddeler değiştirilmiştir. Örneğin başlangıçta ismi “Kâğıt Uçak” olan 1. Bölümün 8. Etkinliğinin ismi “Nereye Kadar” olarak değiştirilmiştir. Bu etkinlikte kâğıt sürekli ortadan ikiye bölünerek daha küçük parçalara ayrılır ve her defasında parçaların biri uçak olarak ekrandan uzaklaşır. Etkinlikte bölme işlemi zihinden devam ettirilerek öğrencilerin atom fikrine ulaşmaları amaçlanmaktadır. Bu aşamada, gösterimde tek cins atomun kullanılması sebebiyle kâğıt yerine bir element olan alüminyumdan yapılan alüminyum folyonun kullanılması uygun görülmüştür.

4. Uygulamaların fazla zaman almasının öğrencilerin sıkılmasına neden olduğu görülmüştür. Bu nedenle aynı amaca yönelik olarak geliştirilen farklı etkinliklerin tamamı değil de içlerinden seçilecek olan bir tanesinin kullanılmasının uygun olacağına karar verilerek öğretmen rehber materyalinde bu durum belirtilmiştir. Etkinliğin birinci bölümünde yer alan maddelerin genişmesi sonucu taneciklerinde meydana gelen değişimlerin vurgulandığı “Metal Küre” ve “Balon” etkinlikleri ile çözünme ile ilgili “İyot” ve “Şeker” etkinlikleri içerisinden bir tanesinin seçilerek uygulanmasına karar verilmiştir. Ders saatinin uygun olması durumunda, çalışma yaprakları kullanılmadan yedek etkinliklerin hızlı bir şekilde incelenmesi için öğrencilere fırsat tanınmıştır.

5. BDÖ materyali içerisinde eksik ve yanlış yazılan kelimeler tespit edilerek düzeltilmiştir. Kullanılan bazı görsellerde değişiklikler yapılarak daha uygun görsellerle değiştirilmiştir.

6. Bazı animasyon karelerinde daha önce gözden kaçan kodlama hataları tespit edilerek giderilmiştir. Bazı butonların isimleri daha anlaşılır olması için değiştirilmiştir.

7. Bazı etkinliklerde (Şırınga, Metal Küre, Balon, İyot, Şeker, Mürekkep) çalışma yapraklarına tanecikler düzeyinde çizim yapılması için gerekli yönergeler BDÖ materyaline eklenmiştir.

8. Ders sürecinde önceki etkinliklere ya da etkinlik içerisinde ileri-geri hızlı bir şekilde geçiş gerektiği durumlar olmuştur. Bu durumlarda öğrenci materyalindeki geçiş kısıtlamalarının sorun teşkil ettiği görülmüştür. Ayrıca geçiş kısıtlaması olan versiyonun,

her öğrencinin kendi hızında öğrenmesine imkân vermemesinden dolayı BDÖ materyalinin geçiş kısıtlaması olmayan versiyonu hazırlanmıştır.

9. Bazı etkinliklerin bir ders saatinde tamamlanamadığı görülmüştür. Çalışmaların belirlenen programa uygun olarak yürütülebilmesi için bu etkinliklerde gereksiz tekrarlardan kaçınılması, benzer soruların gruplanması, planlamaların ders öncesi eksiksiz yapılması ve gereksiz tartışmaların önünün kesilmesi konusunda dikkatli davranılması gerektiği görülmüştür.

10. BDÖ materyalinde yer alan etkinliklerdeki deneylerin materyale paralel olarak en azından gösteri deneyleri şeklinde yapılmasının animasyonun inandırıcı olması ve etkinliğin anlaşılmasında öğrencilerden bu yönde gelen taleplerden anlaşılmıştır. Bazı etkinliklerde yapılan bu tür uygulamaların olumlu etkileri görülmüştür. Bu nedenle ders öncesi gerekli hazırlıklar yapılarak gösteri deneylerine yer verilebileceği öğretmen kılavuzunda belirtilmiştir.

3. 3. 3. 2. Çalışma Yapraklarının Pilot Uygulaması ve Yapılan Düzeltmeler

Her bir etkinliğe yönelik olarak geliştirilen çalışma yaprakları BDÖ materyaline paralel olarak, öğrenciler tarafından bireysel olarak doldurulmuştur. Çalışma yapraklarında Tahmin-Gözlem-Açıklama basamakları ile ilgili sorulara ve kavramsal değişim metinlerindeki sorulara cevaplar verilmesi için boşluklar yer almaktadır. BDÖ materyalindeki etkinlikler gerçekleştirilirken, BDÖ materyalinde yer alan soruların cevaplarını öğrenciler çalışma yapraklarındaki uygun boşluklara yazmıştır. Pilot uygulamalar neticesinde çalışma yapraklarında düzenlemeler yapılmış ve asıl uygulama öncesindeki son halleri verilmiştir. Çalışma yapraklarında tespit edilen eksiklikler ve yapılan değişiklikler şunlardır:

1. Bazı etkinliklerde (Şırınga, Metal Küre, Balon, İyot, Şeker, Mürekkep) BDÖ materyaline tanecikler düzeyinde çizim yapılması için gerekli yönergeler eklenmiştir. Bu yönergelere paralel olarak çizimlerin yapılması için tamamlanmamış çizimler ve uygun boşluklar çalışma yapraklarına da eklenmiştir.

2. Bir ders saatinde tamamlanamayan bazı etkinliklerde uygulamada yapılan gerekli düzenlemelere karşılık gereksiz tekrarlardan kaçınılması ve benzer soruların gruplanması gibi düzenlemeler çalışma yapraklarına da yansıtılmıştır.

3. Eş zamanlı kullanılan BDÖ materyali ile çalışma yaprakları arasında gözden kaçan sıralama uyumsuzlukları giderilmiştir.

4. Her bir etkinlik için çalışma yaprağı geliştirilip kullanıldığı için çok sayıda olan çalışma yapraklarının öğrencilerin sıkılmasına neden olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle asıl

uygulamalarda kısa, tekrarlar içeren ve aynı amaca yönelik etkinliklerde (Metal küre-Balon, İyot-Şeker gibi) çalışma yaprakları kullanılmayabileceği öğretmen rehber materyalinde belirtilerek bu sorun kısmen giderilmiştir.

3. 3. 3. 3. Öğretmen Rehber Materyalinin Pilot Uygulaması ve Yapılan Düzeltmeler

Öğretim materyallerinin, öğretim sürecinin hangi aşamasında nasıl kullanılmalrı gerektiğini gösteren öğretmen rehber materyallerinin de pilot çalışmaları yapılmıştır. BDÖ materyali ve çalışma yapraklarında yapılan düzenlemeler neticesinde öğretmen rehber materyalinde de düzenlemeler yapılmıştır. Öğretmen rehber materyalinde yapılan bu düzeltmeler aşağıda sunulmuştur.

1. Değişen etkinlik isimleri ve içeriklerine paralel olarak öğretmen rehber materyali de değiştirilmiştir.

2. Aynı amaca yönelik olarak hazırlanan etkinliklerden bazılarının yedek olarak seçilerek kullanılması ve kullanılmayabilecek çalışma yaprakları ile ilgili açıklamalar öğretmen rehber materyaline eklenmiştir.

3. BDÖ materyali ve çalışma yapraklarına eklenen çizimlerle ilgili açıklamalar öğretmen rehber materyaline de eklenmiştir.

4. Etkinliklerin planlara uygun olarak yürütülebilmesi için alınacak tedbirler ve ders öncesi yapılması gereken hazırlıklar eklenmiştir.

3. 3. 4. Asıl Uygulamalar

Geliştirilen öğretim materyalleri ve veri toplama araçları pilot çalışma sonrası yapılan düzeltmelerden sonra 2011–2012 öğretim yılında, öğretim programında yer alan sıralamaya uygun olarak hazırlanan yıllık plana göre, birinci dönemde uygulanmaya başlanmış ve ikinci dönem de devam edilmiştir. Asıl uygulamalar ön ve pilot uygulamaların yapıldığı Trabzon il merkezindeki bir ortaokulda bulunan iki adet 6. sınıfta 7 hafta boyunca deney ve kontrol grubu öğretmenleri tarafından yürütülmüştür. Grupların seçimi rastgele yapılmıştır. Uygulamalar, deney ve kontrol grubu olarak belirlenen sınıflarda bulunan toplam 82 (41+41) öğrenci üzerinde yürütülmüştür. Deney grubu olarak belirlenen sınıfta öğretim programına uygun olarak araştırmacı tarafından geliştirilen BDÖ materyali çalışma yapraklarıyla birlikte kullanılmıştır. Kontrol grubu olarak belirlenen diğer sınıfta ise 5E modeline uygun 6. sınıf Fen ve Teknoloji öğretmen rehber kılavuz kitabı (Taşar, 2011) takip edilerek ders işlenmiştir (Ek-10). BDÖ materyali içerisinde yer alan

deneylemin öğretmen kılavuzunda yer alan benzerleri kontrol grubu öğrencilerine de laboratuvar ortamında yaptırılmıştır.

3.3.4.1. Öğretim Materyallerinin Asıl Uygulaması

Araştırma kapsamında geliştirilen, MTY ünitesinin öğretimi için hazırlanan zenginleştirilmiş BDÖ materyali deney grubuna uygulanmıştır. Uygulamalar öncesi BDÖ materyali deney grubu öğretmenine tanıtılmış ve süreci nasıl yürüteceği konusunda gerekli açıklamalar yapılmıştır. Uygulamalar okulun bilgisayar laboratuvarında yapılmış ve laboratuvarda bulunan 20 bilgisayar, öğrenciler tarafından iki kişilik gruplar halinde kullanılmıştır. Asıl uygulamalara ait görüntüler Ek-11'de görülmektedir.

BDÖ materyaline paralel olarak her bir öğrenciye çalışma yaprakları dağıtılmıştır. Her bir etkinliğe yönelik olarak geliştirilen çalışma yaprakları BDÖ materyaline paralel olarak her bir öğrenci tarafından bireysel olarak doldurulmuştur. Çalışma yapraklarında, BDÖ materyali içerisindeki TGA basamakları ile ilgili sorulara ve kavramsal değişim metinlerindeki sorulara cevaplar verilmesi için boşluklar yer almaktadır. BDÖ materyalindeki etkinlikler gerçekleştirilirken öğrenciler cevaplarını çalışma yapraklarındaki uygun boşluklara yazmış ve sınıf içerisinde paylaşmışlardır.

Zenginleştirilmiş BDÖ materyali içerisinde yer alan etkinliklerin içerikleri farklı olsa da takip edilen ders işlenişleri benzerdir. İlk olarak etkinlik girişindeki dikkat çekme bölümleri okunarak ya da giriş animasyonları izlenerek etkinliğe başlanmıştır. Etkinlik içerisinde ileri butonu tıklanarak geçişler yapılmıştır. BDÖ materyalinde, yapılacak etkinlikle ilgili tahminlerini yazmalarına yönelik yönerge geldiğinde öğrenciler çalışma yapraklarına tahminlerini yazmış, ilerleyerek gözlemlerini yapmış ve çalışma yapraklarına gözlem sonuçlarını yazmıştır. Ardından ilgili yönerge geldiğinde makroskobik ve devamında tanecik düzeyinde açıklamalarını çalışma yapraklarındaki belirtilen boşluklara yapmışlardır. Her bir aşamada öğrenciler çalışma yapraklarına cevaplarını yazdıktan sonra cevaplarını sınıf içerisinde arkadaşlarıyla tartışmıştır. BDÖ materyalinde gerekli açıklamalar etkinliğin devamından okunmuş ve öğretmen tarafından yapılan açıklamalardan sonra kavramsal değişim metinlerine geçilmiştir. Önce metinde işlenen yanılı ile ilgili gelen soruya öğrenciler düşüncelerini çalışma yapraklarına yazmış, ileri butonuyla geçilerek KDM'ye gelinmiştir. Gelen metin okunmuş, ilgili animasyonlar ve simülasyonlar izlenmiş ve tartışılmış ve öğretmen tarafından gerekli açıklamalar yapılmıştır. Sıradaki soruyla varsa farklı bir alternatif kavramaya yönelik yeni bir KDM ile devam edilmiştir. Devamında öğrenilen bilgilerin yeni durumlara uygulanarak cevaplanabileceği farklı etkinlik, olay ve durumlarla ilgili sorulara ve açıklamalara yer verilmiştir. Alternatif değerlendirme sorularıyla etkinlik tamamlanmıştır. Etkinliğe göre içerikte çeşitli yöntem ve

tekniklere yer verilmiştir. Öğretmen rehber materyallerinde hangi etkinliğin nasıl yürütüldüğü ve nelere dikkat edildiği ayrıntılı olarak verilmiştir.

3. 3. 4. 2. Veri Toplama Araçlarının Asıl Uygulaması

Çalışmanın asıl uygulamasında, çoktan seçmeli “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi” (MTYBT), iki aşamalı çoktan seçmeli “Maddenin Tanecikli Yapısı Kavram Testi” (MTYKT), üç bölümden oluşan “Kısa Cevap Gerektiren Kavram Testi” (KCGKT), iki bölümde oluşan “BDÖ Materyali Değerlendirme Anketi (BDÖ MDA)” ve yarı yapılandırılmış mülakatlar veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Öğrencilerin kavramsal yapılarındaki farklılaşmaya bakıldığından ön test, son test veya gecikmiş testin uygulandığı günlerde gelmeyen öğrencilere takip eden günlerde bu testler ayrıca uygulanmıştır. Testler deney grubundan 41, kontrol grubundan 41 olmak üzere toplam 82 öğrenciye uygulanmıştır.

Araştırma kapsamında geliştirilen MTYBT, MTYKT, KCGKT deney ve kontrol gruplarından oluşan örneklem grubuna ön test ve son test ve gecikmiş test olarak uygulanmıştır. Testler ön test olarak materyalin kullanımına başlamadan bir hafta önce her iki gruba uygulanarak öğrencilerin anlamaları ve sahip oldukları alternatif kavramaları tespit edilmiştir. Öğretimin tamamlanmasından bir hafta sonra da aynı testler örnekleme son test olarak tekrar uygulanmıştır. Uygulamalardan yaklaşık 3 ay sonra da aynı test gecikmiş son test olarak aynı örnekleme uygulanmıştır. Her bir testin uygulaması ayrı bir ders saatinde yapılarak uygulamalar toplam üç ders saati sürmüştür. Öğrencilerin büyük çoğunluğu dersin bitiminden önce testi cevaplarken, bazıları cevaplama işlemini dersin sonuna kadar devam ettirmiştir.

“BDÖ Materyali Değerlendirme Anketi (BDÖ MDA)”, uygulamalardan sonra BDÖ ve çalışma yapraklarının kullanıldığı deney grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Anketin uygulaması bir ders saatinde yapılmıştır.

Çalışma kapsamında veri toplama aracı olarak testlerden başka mülakatlar kullanılmıştır. Mülakatlar bireysel olarak 6 deney ve 6 kontrol grubu olmak üzere toplam on iki öğrenciyle yarı yapılandırılmış mülakatlar şeklinde yürütülmüştür. Mülakatlar MTYKT sonuçlarına göre kavramsal farklılaşmanın en yüksek, orta ve en düşük düzeyde gerçekleştiği ikişer öğrenciden istekli olanlarla yürütülmüştür. Mülakatlar, öğrencilerin testlerde ortaya koydukları anlamalarını derinlemesine araştırmak amacıyla geliştirilen mülakat soruları ve çalışma yapraklarındaki cevapları üzerinden yürütülmüştür. Mülakatların her biri, yaklaşık 30–45 dakikalık bir zaman dilimi içerisinde tamamlanmıştır. Sessiz bir ortam olması nedeniyle, okulun fen ve teknoloji laboratuvarında yürütülen mülakatlarda ses kaydedici kullanılarak tüm mülakat süreci kaydedilmiştir.

Ayrıca BDÖ materyalinin ve uygulamaların değerlendirilmesi amacıyla deney grubu öğretmeniyle yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Görüşme yazılı olarak kaydedilmiş ve yaklaşık 20 dakika sürmüştür.

3. 3. 5. Çalışma İzininin Alınması

Çalışmanın Trabzon il merkezinde bir ortaokulda yürütülmesi için Trabzon Valiliğinden izin alınmıştır. İzin alınması için ilk olarak KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Başkanlığı'na araştırmacı tarafından dilekçe ile başvurulmuştur. Anabilim Dalı Başkanlığı Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü ise Trabzon İl Milli Eğitim Müdürlüğüne yazmıştır. İl Milli Eğitim Müdürlüğü uygun görerek Valilik makamına sunmuştur. Trabzon Valiliği'nin oluru ile izin süreci tamamlanmıştır. Araştırma izni ve uygulama kontrol çizelgesi Ek-12'de sunulmuştur.

3. 3. 6. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında geliştirilip uygulanan testler, mülakatlar, anketler ve değerlendirme formundan elde edilen verilerin analiz yöntemi aşağıda sunulmuştur. Test ve anketlerin analizinde istatistiksel testler ve hesaplamalardan yararlanılmıştır. SPSS 16.0 ve Microsoft Excel 2010 programlarından yararlanılmıştır.

3. 3. 6. 1. Testlerden Elde Edilen Verilerin Analizi

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin MTYBT'nin, MTYKT'nin ve KCGKT'nin birinci bölümü ön test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinde t-testi kullanılmıştır. Deney ve kontrol grupları arasında uygulanan yöntemle göre anlamlı farklılığın olup olmadığını belirlemek üzere öntest-sontest kontrol gruplu modellerde yaygın olarak kullanılan (Büyüköztürk, 2011) "Karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA (Two way anova for mixed measures)" analizi kullanılmıştır. Analizde çok değişkenli istatistikler için eşvaryanslı olma durumunu karşılamak üzere (varyans-kovaryans matrislerinin eşitliği için) Box M testi yapılmıştır. Box M testi sonucunun anlamlı çıkmaması ($p > .05$), varyans-kovaryans matrislerinin homojen olduğunu göstermektedir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010). Deney ve kontrol gruplarında yapılan öğretimin öğrencilerin başarılarındaki kalıcılığa etkisini belirlemek amacı ile ilişkili örneklem için tek faktörlü ANOVA analizi yapılmıştır. Ayrıca öğrencilerin ön test, son test ve gecikmiş testte her bir soruya verdikleri doğru ve yanlış cevapların frekans ve yüzde dağılımları verilmiş ve grafiklerle karşılaştırılarak gösterilmiştir.

Öğrencilerin MTY ünitesi ile ilgili anlama seviyelerini tespit etmek amacıyla MTYBT kullanılmıştır. Yapılan öğretimin bir bütün olarak değerlendirmesini yapabilmek için tüm öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır. MTYBT'nin analizinde önce her bir test maddesinde doğru cevap seçeneği için 4 (dört) puan, çeldiricilerin yer aldığı diğer seçenekler için 0 (sıfır) puan verilerek öğrencilerin her bir test maddesinden aldıkları puanlar hesaplanmıştır. Bu durumda tüm test maddelerine doğru cevap verildiğinde testten alınabilecek en yüksek puan 100'dür.

Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında alternatif kavramalara sahip olma oranlarındaki değişimi belirlemek amacıyla ise MTYKT kullanılmıştır. İki aşamalı çoktan seçmeli sorulardan oluşan MTYKT, öğrencilerin işaretledikleri cevap seçeneklerine göre değerlendirilerek tüm öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır. Tüm test maddelerine doğru cevap verilmesi durumunda testten alınabilecek en yüksek puan 60'tır. Öğrencilerin testlerden aldıkları puanlar hesaplandıktan sonra, bu puanlar 100'lük sisteme dönüştürülerek yeniden hesaplanmıştır. Öğrencilerin test puanları hesaplanırken, ilk aşamada kavramlarla ilgili yargıların doğru ya da yanlış olup olmadıkları tespit edilmeye çalışılırken, ikinci aşamada ise öğrencilerin birinci aşamaya verdikleri cevabın nedeninin ne olduğu araştırılmıştır. Soruların değerlendirilmesinde doğru cevap-doğru neden (3 puan), yanlış cevap-doğru neden (2 puan), doğru cevap-yanlış neden (1 puan), yanlış cevap-yanlış neden (0 puan) şeklinde kategorilere ayrılıp puanlanmıştır. Bu tür puanlar literatürde de kullanılmaktadır (Çakmak, 2009; Çalık, 2006; Demircioğlu, 2003; Karataş ve diğ., 2003). MTYKT'deki maddelerde doğru cevap seçeneğinin yanı sıra, literatürden belirlenen alternatif kavramaları içeren seçenekler (çeldiriciler) de yer almaktadır. Çeldiricilerden herhangi birini işaretleyen öğrencinin, o çeldiricide ifade edilen alternatif kavramalara sahip olduğu (Demircioğlu, 2003; Karataş ve diğ., 2003; Kenan, 2005; Treagust, 1988; Ünal, 2007) sayılıştından yola çıkarak, testten elde edilen verilerin öğrencilerin araştırılan kavramlarla ilgili alternatif kavramalarını gösterdiği söylenebilir. Bu nedenle, her iki aşamada teste verilen cevaplar analiz edilirken, her bir test maddesindeki tüm cevap seçeneklerinin öğrenciler tarafından doğru cevap olarak işaretlenme yüzdeleri de hesaplanmıştır.

Üç bölümden oluşan KCGKT'nin birinci bölümü, kavramlarla ilgili verilen özelliklerin "Artar", "Azalır" ya da "Değişmez" sözcüklerinden biriyle tamamlandığı kısa cevaplı sorulardan oluşmaktadır. Doğru cevap 1 puan yanlış cevaplar 0 puan olarak puanlanmıştır. Tüm öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar en yüksek puan olan 36 üzerinden hesaplanmıştır. Öğrencilerin testten aldıkları puanlar 100'lük sisteme dönüştürülerek yeniden hesaplanmıştır.

Testin ikinci bölümünde ise verilen yargıların öğrenciler tarafından maddenin hangi haline ait olduğunun tespit edilmesi istenmiştir. Yapılan işaretlemelerden yola çıkarak öğrencilerin verilen özelliklerin maddenin hangi hal ya da hallerine ait olduğunu tespit edip edemedikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Verilen cevaplar “Yalnız katı”, “Yalnız sıvı”, “Yalnız gaz”, “Katı-Sıvı”, “Katı-Gaz”, “Sıvı-Gaz” ve “Katı-Sıvı-Gaz” olmak üzere yedi kategori altında gruplandırılarak frekans ve yüzde dağılımları hesaplanmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarında her bir soruya verdikleri cevaplar grafiklerle karşılaştırılarak gösterilmiştir.

Testin üçüncü bölümünde, tanecikler düzeyindeki değişimlerin öğrenciler tarafından fiziksel ya da kimyasal değişimden hangisine ait olduğunun tespit edilmesi istenmiştir. Yapılan işaretlemelerden yola çıkarak öğrencilerin verilen özellikleri fiziksel ya da kimyasal değişimden hangisine ait olduğunu tespit edip edemedikleri belirlenmeye çalışılmış ve verilen cevaplar frekans ve yüzde olarak sunulmuştur. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarında her bir soruya verdikleri cevaplar grafiklerle karşılaştırılarak gösterilmiştir.

3. 3. 6. 2. Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu çalışmada, araştırmanın doğasına uygun olarak, öğrencilerin mülakatta sorulan sorulara verdikleri cevaplar kategoriler oluşturularak sunulmuştur. Farklı seviyelerde her bir kategoriye uygun olarak verilen öğrenci açıklamaları benzerliklerine göre incelenerek, kategorilere örnek açıklamalar verilmiştir. Öğrencilerin verdikleri spesifik cevaplar, değişikliğe uğratılmadan olduğu gibi aktarılmıştır. Mülakatlarda kullanılan kategoriler ve bu kategorilere giren öğrenci cevaplarının içeriği ile ilgili bilgiler Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Mülakatların Analizinde Kullanılan Kategoriler ve İçerikleri

Kategoriler	İçerikleri
Anlama	• Tanecikler düzeyinde bilimsel olarak doğru açıklamaları içeren cevaplar
Kısmi Anlama	• Sadece makroskobik düzeyde bilimsel olarak doğru açıklamaları içeren cevaplar
Alternatif Kavrama	• Bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan, alternatif fikirler içeren cevaplar
Anlamama	• “Bilmiyorum” şeklinde cevaplama • Açıklama yapmama

Çizimlerin analizinde literatürde kullanılan kategoriler kullanılmıştır (Ayas, 1995; Ayas ve Özmen, 2002; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002). Bu çalışmalarda çizimler “Sürekli”, “Tanecikli” ve “Tanecikli Çok Hatalı” olmak üzere üç kategoride incelenmiştir. Bu üç kategoriye, bu çalışmada dördüncü olarak “cevapsız” kategorisi ilave edilmiştir. Bu kategoriler ve içerikleri ile ilgili bilgiler Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Çizimlerin Analizinde Kullanılan Kategoriler ve İçerikleri

Kategoriler	İçerikleri
Tanecikli	<ul style="list-style-type: none"> Beklenen tanecikli gösterimi yapan öğrenci cevapları
Tanecikli hatalı	<ul style="list-style-type: none"> Tanecikli yapıda gösterim yapan, fakat tanecikli yapının gösterimi bilimsel gösterimden uzak ve hatalı olan öğrenci cevapları
Sürekli	<ul style="list-style-type: none"> Tanecikli yapı yerine sürekli yapının kullanıldığı öğrenci cevapları
Cevapsız	<ul style="list-style-type: none"> Boş bırakma Bilmiyorum, anlamadım şeklinde cevaplama

Ayrıca materyalin uygulanması esnasındaki gözlemlerinin, BDÖ ve materyal hakkındaki düşüncelerinin alınması amacıyla uygulama öğretmenleriyle mülakat yapılmıştır. Mülakatın analizinde uygulama öğretmenin verdiği cevaplar aktarılmış ve örnek cevaplar değişikliğe uğratılmadan olduğu gibi verilmiştir.

3. 3. 6. 3. BDÖ Materyali Değerlendirme Anketinden Elde Edilen Verilerin Analizi

BDÖ materyalinin öğrenci gözüyle değerlendirilmesi amacıyla “BDÖ Materyali Değerlendirme Anketi” kullanılmıştır. Üçlü likert tipi sorulardan oluşan anketin birinci bölümünde her bir madde için “Katılıyorum”, “Kısmen Katılıyorum” ve “Katılmıyorum” seçeneklerini işaretleyen deney grubu öğrencilerin frekansları verilmiştir. Açık uçlu sorulardan oluşan, anketin ikinci bölümünde ise her bir soruya verilen öğrenci cevapları gruplanarak ve frekanslanarak sunulmuştur.

Bu çalışmada, ortaokul 6. sınıf Fen ve Teknoloji dersi “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesi ile ilgili öğrencilerin anlamalarının artırılması, alternatif kavramalarının giderilmesi ve kalıcı öğrenmenin sağlanması amacıyla zenginleştirilmiş BDÖ materyali geliştirilerek uygulanmış ve uygulama sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışmada yarı deneysel yöntem kapsamında deney ve kontrol gruplu desen kullanılmıştır. Deney grubunda BDÖ materyali ve çalışma yapıları kullanılarak öğretim yapılırken, kontrol grubunda ise mevcut

kullanılan öğretmen rehber kılavuzu (Taşar, 2011) takip edilerek 5E modeline uygun olarak öğretim yapılmıştır. Bulgular başarı ve kavram testlerinin ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarından elde edilmiştir. Bunların yanı sıra veri toplama aracı olarak anket ve mülakatlar da kullanılmıştır. Bu şekilde yürütülen çalışmadan elde edilen bulgular bir sonraki bölümde detaylı olarak sunulmuştur.

4. BULGULAR

Bu bölümde, ilköğretim 6. sınıf “Maddenin Tanecikli Yapısı” (MTY) ünitesine yönelik olarak geliştirilen zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin öğrencilerin anlamalarının artırılmasına, kalıcı öğrenmenin sağlanmasına ve alternatif kavramalarının giderilmesine etkisini incelemek için yapılan çalışmanın verilerinin analizden elde edilen bulgular sunulmuştur.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin MTYBT, MTYKT ile KCGKT'nin birinci bölümünden elde edilen verilerin analizinde; ön test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinde t-testi kullanılmıştır. Deney ve kontrol grupları arasında uygulanan yönteme göre anlamlı farklılığın olup olmadığını belirlemek üzere ön test-son test kontrol gruplu modellerde yaygın olarak kullanılan (Büyüköztürk, 2011) “Karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA (Two way anova for mixed measures)” analizi kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarında yapılan öğretimin öğrencilerin başarılarındaki kalıcılığa etkisini belirlemek amacı ile ilişkili örneklemeler için tek faktörlü ANOVA analizi yapılmıştır.

4. 1. MTYBT'den Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın “Geliştirilen materyalinin öğrencilerin MTY ünitesi ile ilgili anlama seviyelerinin artırılmasında bir etkisi var mıdır?” şeklindeki birinci alt problemine cevap bulmak için kullanılan MTYBT'den elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur. Öğrencilerin MTYBT'nin ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarından aldıkları ortalama puan ve standart sapma değerleri Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. MTYBT Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Grup	Ön test			Son test			Gecikmiş test		
	N	X	S	N	X	S	N	X	S
Deney	41	28.78	11.97	41	68.68	21.01	41	61.56	24.06
Kontrol	41	27.61	11.02	41	52.49	18.62	41	49.37	19.07

Tablo 22'de görüldüğü üzere, deney grubu öğrencilerinin MTYBT ortalama puanı öğretim öncesi ön testte 28.78 iken, öğretim sonrası son testte 68.68, gecikmiş testte ise

61.56 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ise aynı ortalama puanları sırasıyla 27.61, 52.49 ve 49.37'dir. Buna göre hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin başarı düzeylerinde bir artış olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinde t-testi kullanılmıştır. Öğrencilerin ön test puanlarının bulunduğu gruba göre t-testi sonuçları Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23. MTYBT Ön Test Puanlarının Gruba Göre T-Testi Sonuçları

Grup	N	X	S	sd	t	p
Deney	41	28.78	11.97	80	0.61	.646
Kontrol	41	27.60	11.02			

*p<.01

Tablo 23'e göre öğrencilerin MTYBT ön test sonuçları anlamlı bir farklılık göstermemektedir [$t_{(80)}=.61$, $p>.01$].

Zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin kullanıldığı deney ve 5E modelinin takip edildiği kontrol gruplarının MTYBT ortalama puanlarındaki değişmelerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin İki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24. MTYBT Ön Test-Son Puanları ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Deneklerarası	27431,024	81			
Grup (Deney/Kontrol)	3091,122	1	3091,122	10,160	,002
Hata	24339,902	80	304,249		
Denekleriçi	63104,000	82			
Ölçüm (Öntest-Sontest)	43014,244	1	43014,244	193,583	,000
Grup*Ölçüm	2313,756	1	2313,756	10,413	,002
Hata	17776,000	80	222,200		
Toplam	90535,024	163			

*p<.01

Tablo 24'te görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MTYBT sonuçlarının uygulama öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği, yani farklı işlem gruplarında olmak ile tekrarlı ölçüm faktörlerinin MTYBT sonuçları üzerindeki ortak

etkilerinin anlamlı olduğu bulunmuştur [$F_{(1, 80)} = 10.413$, $p < .01$]. Bu bulgu, deney ve kontrol grubunda yapılan öğretimin, öğrencilerin MTYBT başarı puanlarını artırmada farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. MTYBT puanlarının uygulama öncesine göre daha fazla artmasını sağlayan zenginleştirilmiş BDÖ materyali kullanılarak deney grubunda yapılan öğretimin, kontrol grubunda yapılan öğretime göre daha etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve gecikmiş test puan ortalamaları arasında ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve gecikmiş test puan ortalamaları arasında ayrı ayrı anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinde kullanılan tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. MTYBT Ön Test, Son Test ve Gecikmiş Test Puanlarının ANOVA Sonuçları

Grup	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deney	Deneklerarası	25384,325	40	634,608			
	Ölçüm	37138,992	2	18569,496	70,154	,000	2-1, 3-1
	Hata	21175,675	80	264,696			
	Toplam	83698,992	122				
Kontrol	Deneklerarası	21288,065	40	532,202			
	Ölçüm	15060,553	2	7530,276	50,288	,000	2-1, 3-1
	Hata	11979,447	80	149,743			
	Toplam	48328,065	122				

* $p < .001$

Tablo 25'te görüldüğü gibi, MTYBT'nin her üç uygulamasından elde edilen verilere uygulanan ANOVA analizi sonucunda, hem deney grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)} = 70.154$, $p < .001$] hem de kontrol grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)} = 50,288$, $p < .001$] ön test, son test ve gecikmiş test uygulamasından aldıkları puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir. Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehinde ve ön test ile gecikmiş test arasında gecikmiş test lehinde anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < .01$). Son test ile gecikmiş test arasında ise her iki grupta da anlamlı bir farklılık yoktur ($p > .01$). Bu sonuç hem deney grubunda hem de kontrol grubunda yapılan öğretimin etkisinin uzun süre devam ettiğini göstermektedir.

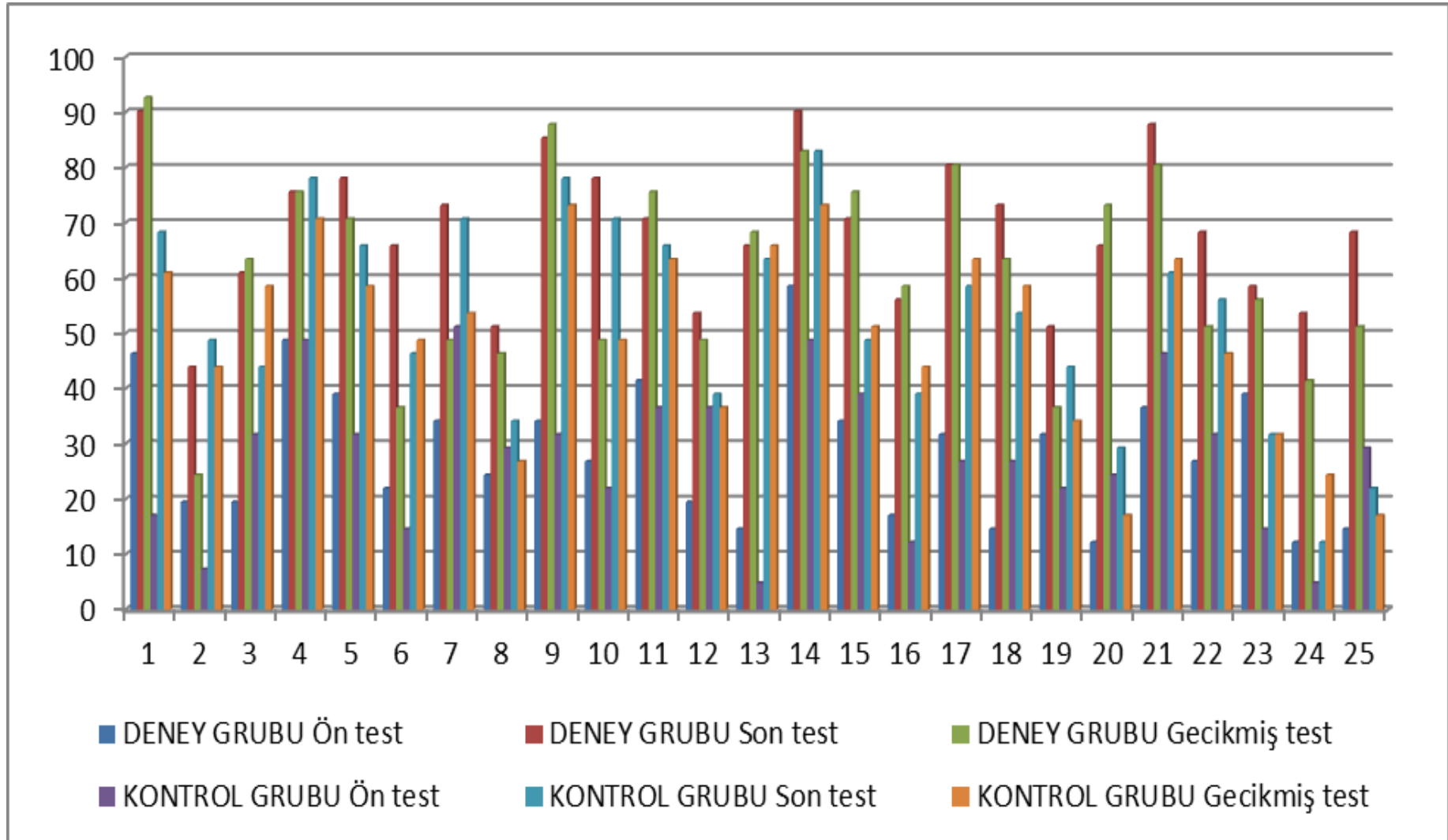
MTYBT’de yer alan çoktan seçmeli her bir soruya doğru ve yanlış cevap veren öğrencilerin yüzde dağılımları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin MTYBT Cevapları Yüzde Dağılımı

Soru No	DENEY GRUBU (N=41)						KONTROL GRUBU (N=41)					
	Ön test		Son test		Gecikmiş test		Ön test		Son test		Gecikmiş test	
	Doğru (%)	Yanlış (%)	Doğru (%)	Yanlış (%)	Doğru (%)	Yanlış (%)	Doğru (%)	Yanlış (%)	Doğru (%)	Yanlış (%)	Doğru (%)	Yanlış (%)
1	46,3	53,7	90,2	9,8	92,7	7,3	17,1	82,9	68,3	31,7	61,0	39,0
2	19,5	80,5	43,9	56,1	24,4	75,6	7,3	92,7	48,8	51,2	43,9	56,1
3	19,5	80,5	61,0	34,1	63,4	36,6	31,7	68,3	43,9	56,1	58,5	41,5
4	48,8	51,2	75,6	22,0	75,6	24,4	48,8	51,2	78,0	19,5	70,7	29,3
5	39,0	61,0	78,0	22,0	70,7	29,3	31,7	68,3	65,9	34,1	58,5	41,5
6	22,0	73,2	65,9	31,7	36,6	63,4	14,6	85,4	46,3	51,2	48,8	51,2
7	34,1	65,9	73,2	26,8	48,8	51,2	51,2	48,8	70,7	29,3	53,7	46,3
8	24,4	68,3	51,2	41,5	46,3	48,8	29,3	70,7	34,1	63,4	26,8	70,7
9	34,1	63,4	85,4	14,6	87,8	12,2	31,7	68,3	78,0	19,5	73,2	26,8
10	26,8	68,3	78,0	19,5	48,8	51,2	22,0	78,0	70,7	29,3	48,8	48,8
11	41,5	56,1	70,7	29,3	75,6	24,4	36,6	63,4	65,9	34,1	63,4	36,6
12	19,5	80,5	53,7	43,9	48,8	51,2	36,6	63,4	39,0	61,0	36,6	63,4
13	14,6	85,4	65,9	34,1	68,3	31,7	4,9	95,1	63,4	36,6	65,9	34,1
14	58,5	36,6	90,2	9,8	82,9	17,1	48,8	51,2	82,9	17,1	73,2	26,8
15	34,1	63,4	70,7	29,3	75,6	24,4	39,0	61,0	48,8	51,2	51,2	48,8
16	17,1	80,5	56,1	39,0	58,5	41,5	12,2	87,8	39,0	56,1	43,9	56,1
17	31,7	63,4	80,5	19,5	80,5	19,5	26,8	73,2	58,5	39,0	63,4	36,6
18	14,6	82,9	73,2	26,8	63,4	36,6	26,8	73,2	53,7	46,3	58,5	41,5
19	31,7	65,9	51,2	48,8	36,6	63,4	22,0	78,0	43,9	56,1	34,1	65,9
20	12,2	82,9	65,9	24,4	73,2	22,0	24,4	75,6	29,3	70,7	17,1	75,6
21	36,6	58,5	87,8	12,2	80,5	19,5	46,3	53,7	61,0	36,6	63,4	34,1
22	26,8	70,7	68,3	31,7	51,2	48,8	31,7	68,3	56,1	41,5	46,3	53,7
23	39,0	58,5	58,5	41,5	56,1	41,5	14,6	85,4	31,7	65,9	31,7	68,3
24	12,2	87,8	53,7	46,3	41,5	58,5	4,9	95,1	12,2	82,9	24,4	75,6
25	14,6	85,4	68,3	29,3	51,2	26,8	29,3	70,7	22,0	73,2	17,1	82,9

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MTYBT’de yer alan sorulara ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarında verdikleri doğru ve yanlış cevapların yüzde dağılımlarının verildiği Tablo 26’da boş bırakılan sorulara ait yüzde dağılımlara yer

verilmemiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerin MTYBT'nin ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarına verdikleri doğru cevapların yüzde dağılımları karşılaştırmalı olarak Grafik 1'de gösterilmiştir.



Grafik 1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MTYBT cevaplarının karşılaştırılması

4. 2. MTYKT'den Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın “Geliştirilen materyalin öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesinde ve kalıcılığın sağlanmasında bir etkisi var mıdır?” şeklindeki ikinci alt problemine yönelik olarak uygulanan MTYKT'den elde edilen bulgular bu bölümde sunulmuştur. Öğrencilerin MTYKT'nin ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarından aldıkları ortalama puan ve standart sapma değerleri Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. MTYKT Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Grup	Ön test			Son test			Gecikmiş test		
	N	X	S	N	X	S	N	X	S
Deney	41	30,85	12,22	41	71,29	18,50	41	70,15	17,92
Kontrol	41	36,12	13,62	41	48,32	15,41	41	46,44	16,55

Tablo 27'de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 30,85 iken, son test ortalama puanı 71,29, gecikmiş testte ise 70,15 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ise aynı ortalama puanları sırasıyla 36,12, 48,32 ve 46,44'dir. Buna göre hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin başarı düzeylerinde bir artış olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinde t-testi kullanılmıştır. Öğrencilerin ön test puanlarının bulunduğu gruba göre t-testi sonuçları Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28. MTYBT Ön Test Puanlarının Gruba Göre T-Testi Sonuçları

Grup	N	X	S	sd	t	p
Deney	41	30.85	12.22	80	1.843	.069
Kontrol	41	36.12	13.61			

*p<.01

Tablo 28'e göre öğrencilerin MTYKT ön test sonuçları anlamlı bir farklılık göstermemektedir [$t_{(80)}=1.843$, $p>.01$].

Zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin kullanıldığı deney ve 5E modelinin takip edildiği kontrol gruplarının MTYKT ortalama puanlarındaki değişmelerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin İki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 29. MTYKT Ön Test-Son Puanları ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Deneklerarası	25180,488	81			
Grup (Deney/Kontrol)	3213,878	1	3213,878	11,705	,001
Hata	21966,610	80	274,583		
Denekleriçi	51195,000	82			
Ölçüm (Öntest-Sontest)	28396,122	1	28396,122	155,358	,000
Grup*Ölçüm	8176,610	1	8176,610	44,735	,000
Hata	14622,268	80	182,778		
Toplam	76375,488	163			

*p<.01

Tablo 29'da görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MTYKT sonuçlarının uygulama öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği, yani farklı işlem gruplarında olmak ile tekrarlı ölçüm faktörlerinin MTYKT sonuçları üzerindeki ortak etkilerinin anlamlı olduğu bulunmuştur [$F_{(1, 80)} = 44,735, p < .01$]. Bu bulgu, deney ve kontrol grubunda yapılan öğretimin, öğrencilerin MTYKT başarı puanlarını artırmada farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. MTYKT puanlarının uygulama öncesine göre daha fazla artmasını sağlayan zenginleştirilmiş BDÖ materyali kullanılarak deney grubunda yapılan öğretimin, kontrol grubunda yapılan öğretime göre alternatif kavramaları gidermede daha etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve gecikmiş test puan ortalamaları arasında ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve gecikmiş test puan ortalamaları arasında ayrı ayrı anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinde kullanılan tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. MTYKT Ön Test, Son Test ve Gecikmiş Test Puanlarının ANOVA Sonuçları

Grup	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deney	Deneklerarası	19941,496	40	498,537			
	Ölçüm	43467,431	2	21733,715	138,242	,000	2-1, 3-1
	Hata	12577,236	80	157,215			
	Toplam	75986,163	122				
Kontrol	Deneklerarası	15119,463	40	377,987			
	Ölçüm	3535,431	2	1767,715	11,086	,000	2-1, 3-1
	Hata	12755,902	80	159,449			
	Toplam	31410,796	122				

*p<.001

Tablo 30'da görüldüğü gibi, MTYKT'nin her üç uygulamasından elde edilen verilere uygulanan ANOVA analizi sonucunda, hem deney grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)} = 138,242$, $p < .01$] hem de kontrol grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)} = 11,086$, $p < .001$] ön test, son test ve gecikmiş test uygulamasından aldıkları puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir. Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehinde ve ön test ile gecikmiş test arasında gecikmiş test lehinde anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < .01$). Son test ile gecikmiş test arasında ise her iki grupta da anlamlı bir farklılık yoktur ($p > .01$). Bu sonuç hem deney grubunda hem de kontrol grubunda yapılan öğretimin etkisinin uzun süre devam ettiğini göstermektedir. MTYKT'nin gecikmiş test uygulamasında son testte olduğu gibi deney grubunun başarı düzeyi ($X=70,15$) kontrol grubu öğrencilerine göre ($X=46,44$) oldukça yüksektir.

MTYKT, öğrencilerinin alternatif kavramalarına yönelik hazırlanan iki aşamalı çoktan seçmeli bir test olup, öğrencilerin ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarındaki cevap yüzdeleri Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. MTYKT'ye Verilen Cevaplara Ait Yüzde Dağılımları

SORU TEST I. AŞAMA			II. AŞAMA (GEREKÇE)							
			DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
			A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)
1	ÖT	Doğru	17,1	61,0*	7,3	2,4	19,5	41,5*	12,2	4,9
		Yanlış	0	0	2,4	9,8	0	0	0	22
	ST	Doğru	14,6	73,2*	9,8	0	0	82,9*	2,4	7,3
		Yanlış	0	0	0	0,0	0	0	0	4,9
	GT	Doğru	7,3	85,4*	2,4	2,4	12,2	75,6*	4,9	0
		Yanlış	0	0	2,4	0	0	0	2,4	4,9
2	ÖT	Doğru	22	4,9	0	14,6*	34,1	4,9	4,9	17,1*
		Yanlış	22	2,4	24,4	9,8	7,3	7,3	9,8	14,6
	ST	Doğru	12,2	2,4	2,4	80,5*	26,8	7,3	4,9	46,3*
		Yanlış	0	0	0	2,4	0	2,4	2,4	9,8
	GT	Doğru	2,4	17,1	0	63,4*	29,3	14,6	0	36,6*
		Yanlış	2,4	0	7,3	7,3	0	7,3	7,3	4,9
3	ÖT	Doğru	26,8	31,7	9,8	17,1	12,2	22,0	14,6	9,8
		Yanlış	0	4,9	4,9*	4,9	7,3	12,2	12,2*	7,3
	ST	Doğru	2,4	2,4	4,9	0	9,8	12,2	12,2	4,9
		Yanlış	4,9	4,9	78*	2,4	9,8	7,3	36,6*	4,9
	GT	Doğru	4,9	2,4	12,2	2,4	7,3	17,1	17,1	9,8
		Yanlış	0	7,3	70,7*	0	0	12,2	31,7*	4,9
4	ÖT	Doğru	4,9	41,5	0	17,1	9,8	22	7,3	12,2
		Yanlış	26,8*	0	7,3	2,4	36,6*	2,4	2,4	4,9
	ST	Doğru	4,9	4,9	0	4,9	12,2	24,4	2,4	0
		Yanlış	82,9*	0	0	2,4	53,7*	0	2,4	2,4
	GT	Doğru	0	2,4	2,4	2,4	7,3	17,1	2,4	2,4
		Yanlış	90,2*	2,4	0	0	61*	2,4	2,4	4,9
5	ÖT	Doğru	9,8	53,7	12,2	7,3	14,6	51,2	7,3	9,8
		Yanlış	4,9	4,9	4,9	2,4*	2,4	4,9	0	9,8*
	ST	Doğru	0	31,7	0	24,4	14,6	53,7	4,9	22
		Yanlış	0	0	0	43,9*	0	2,4	0	2,4*
	GT	Doğru	4,9	29,3	2,4	36,6	7,3	43,9	7,3	22
		Yanlış	0	2,4	0	22*	0	4,9	0	14,6*
6	ÖT	Doğru	0	39	24,4	7,3	0	26,8	39	19,5
		Yanlış	0	9,8	17,1*	2,4	0	2,4	7,3*	2,4
	ST	Doğru	2,4	2,4	48,8	0	2,4	4,9	65,9	2,4
		Yanlış	0	2,4	43,9*	0	0	0	22*	2,4

	GT	Doğru	0	0	36,6	0	2,4	9,8	61	4,9
		Yanlış	0	0	63,4*	0	0	4,9	17,1*	0
7	ÖT	Doğru	9,8	9,8	17,1	19,5*	12,2	12,2	17,1	26,8*
		Yanlış	9,8	7,3	7,3	17,1	17,1	7,3	2,4	2,4
	ST	Doğru	2,4	0	7,3	46,3*	2,4	2,4	19,5	31,7*
		Yanlış	14,6	4,9	7,3	17,1	7,3	14,6	2,4	17,1
	GT	Doğru	2,4	2,4	7,3	39*	7,3	2,4	7,3	24,4*
		Yanlış	9,8	2,4	9,8	24,4	19,5	7,3	14,6	17,1
8	ÖT	Doğru	56,1	29,3	2,4	7,3	41,5	36,6	7,3	4,9
		Yanlış	0	4,9	0*	0	2,4	0	4,9*	2,4
	ST	Doğru	12,2	14,6	7,3	7,3	41,5	22	4,9	9,8
		Yanlış	0	7,3	41,5*	9,8	4,9	2,4	9,8*	4,9
	GT	Doğru	14,6	9,8	7,3	12,2	36,6	26,8	2,4	19,5
		Yanlış	0	2,4	36,6*	17,1	0	7,3	7,3*	0
9	ÖT	Doğru	63,4	2,4	7,3	4,9	48,8	2,4	7,3	4,9
		Yanlış	0	9,8*	7,3	2,4	2,4	17,1*	9,8	7,3
	ST	Doğru	34,1	2,4	2,4	2,4	70,7	4,9	4,9	0
		Yanlış	0	48,8*	4,9	4,9	2,4	12,2*	4,9	0
	GT	Doğru	36,6	2,4	0	2,4	78	0	0	4,9
		Yanlış	2,4	43,9*	9,8	0	4,9	9,8*	0	2,4
10	ÖT	Doğru	34,1	4,9	7,3	2,4	34,1	7,3	4,9	4,9
		Yanlış	7,3	24,4	17,1*	0	2,4	14,6	22*	7,3
	ST	Doğru	12,2	0	4,9	4,9	26,8	4,9	2,4	4,9
		Yanlış	4,9	9,8	61*	2,4	7,3	9,8	36,6*	4,9
	GT	Doğru	2,4	0	4,9	0	12,2	4,9	12,2	2,4
		Yanlış	7,3	19,5	63,4*	2,4	2,4	14,6	39*	4,9
11	ÖT	Doğru	2,4	0	2,4	7,3	2,4	7,3	7,3	0
		Yanlış	17,1	58,5*	0	12,2	12,2	53,7*	4,9	12,2
	ST	Doğru	4,9	0	0	4,9	2,4	4,9	4,9	0
		Yanlış	4,9	80,5*	2,4	2,4	2,4	80,5*	2,4	2,4
	GT	Doğru	2,4	0	7,3	0	2,4	4,9	4,9	0
		Yanlış	7,3	70,7*	0	12,2	4,9	70,7*	7,3	4,9
12	ÖT	Doğru	26,8	24,4	4,9	2,4	39	4,9	7,3	0
		Yanlış	7,3	4,9	4,9	24,4*	0	4,9	9,8	31,7*
	ST	Doğru	0	0	7,3	0	19,5	4,9	14,6	0
		Yanlış	0	4,9	4,9	82,9*	4,9	2,4	4,9	43,9*
	GT	Doğru	0	2,4	2,4	2,4	26,8	4,9	4,9	2,4
		Yanlış	0	4,9	0	85,4*	7,3	2,4	4,9	46,3*

13	ÖT	Doğru	22*	9,8	2,4	4,9	14,6*	7,3	9,8	7,3
		Yanlış	0	43,9	7,3	9,8	9,8	31,7	7,3	12,2
	ST	Doğru	56,1*	2,4	0	2,4	36,6*	4,9	2,4	9,8
		Yanlış	4,9	7,3	9,8	17,1	4,9	17,1	12,2	4,9
	GT	Doğru	48,8*	4,9	2,4	0	31,7*	4,9	4,9	2,4
		Yanlış	4,9	17,1	7,3	14,6	0	41,5	4,9	4,9
14	ÖT	Doğru	12,2	29,3	14,6	12,2	9,8	26,8	12,2	14,6
		Yanlış	17,1*	7,3	2,4	4,9	12,2*	9,8	7,3	4,9
	ST	Doğru	4,9	14,6	0	4,9	12,2	14,6	0	7,3
		Yanlış	56,1*	7,3	4,9	4,9	39,0*	17,1	2,4	2,4
	GT	Doğru	2,4	17,1	12,2	7,3	9,8	19,5	4,9	17,1
		Yanlış	43,9*	2,4	2,4	9,8	26,8*	7,3	0	12,2
15	ÖT	Doğru	12,2	7,3	29,3	17,1	14,6	4,9	17,1	17,1
		Yanlış	9,8*	2,4	9,8	9,8	14,6*	4,9	7,3	14,6
	ST	Doğru	7,3	0	7,3	2,4	2,4	4,9	31,7	0
		Yanlış	46,3*	4,9	14,6	17,1	24,4*	4,9	2,4	24,4
	GT	Doğru	4,9	2,4	7,3	9,8	4,9	2,4	39	7,3
		Yanlış	43,9*	2,4	17,1	9,8	19,5*	2,4	12,2	7,3
16	ÖT	Doğru	46,3	29,3	9,8	4,9	34,1	22	14,6	9,8
		Yanlış	0	0	2,4*	2,4	2,4	4,9	7,3*	2,4
	ST	Doğru	7,3	7,3	12,2	0	26,8	29,3	2,4	0
		Yanlış	7,3	9,8	51,2*	4,9	12,2	9,8	17,1*	0
	GT	Doğru	9,8	4,9	4,9	0	26,8	4,9	17,1	2,4
		Yanlış	9,8	2,4	48,8*	14,6	12,2	7,3	17,1*	9,8
17	ÖT	Doğru	31,7	4,9	26,8	14,6	26,8	0	43,9	2,4
		Yanlış	2,4	2,4	2,4	12,2*	4,9	7,3	7,3	4,9*
	ST	Doğru	17,1	4,9	29,3	7,3	17,1	7,3	41,5	4,9
		Yanlış	0	2,4	7,3	31,7*	4,9	2,4	0	12,2*
	GT	Doğru	17,1	0	19,5	9,8	24,4	4,9	29,3	2,4
		Yanlış	4,9	2,4	2,4	43,9*	9,8	9,8	0	14,6*
18	ÖT	Doğru	29,3	7,3	41,5	12,2	12,2	0	26,8	14,6
		Yanlış	0	4,9*	4,9	0	4,9	14,6*	14,6	7,3
	ST	Doğru	12,2	0	4,9	0	14,6	0	29,3	7,3
		Yanlış	7,3	65,9*	4,9	4,9	4,9	31,7*	7,3	2,4
	GT	Doğru	26,8	7,3	7,3	7,3	22	2,4	29,3	14,6
		Yanlış	0	51,2*	0	0	2,4	22*	2,4	2,4
19	ÖT	Doğru	22*	2,4	17,1	0	9,8*	9,8	17,1	7,3
		Yanlış	4,9	24,4	22	7,3	2,4	19,5	26,8	4,9

ST	Doğru	56,1*	4,9	24,4	2,4	34,1*	0	24,4	4,9
	Yanlış	0	4,9	2,4	4,9	7,3	17,1	4,9	2,4
GT	Doğru	51,2*	7,3	7,3	0	36,6*	2,4	4,9	7,3
	Yanlış	7,3	12,2	9,8	4,9	4,9	19,5	17,1	4,9

*:Her iki aşamayı da doğru cevaplayan öğrenci yüzdeleri
 ÖT: Ön test, ST: Son test, GT: Gecikmiş test

Tablo 31’de görüldüğü gibi MTYKT’nin birinci sorusunda, maddelerin gözle görülemeyecek kadar küçük taneciklerden oluştuğu gerekçesiyle bütün maddelerin taneciklerden meydana geldiğini doğru olarak belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %61,0 son testte %73,2 ve gecikmiş testte %85,4 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %41,5, son testte %82,9 ve gecikmiş testte %75,6’dır.

Testin ikinci sorusunda, bütün maddelerin tanecikli ve boşluklu yapıda olup, gaz tanecikleri arasındaki boşlukların fazla olduğunu belirterek, katı ve sıvı maddelerin sıkıştırılamayacağı fakat gazların sıkıştırılabileceği ifadesinin doğru olduğunu belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %14,6, son testte %80,5 ve gecikmiş testte %63,4 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %17,1, son testte %46,3 ve gecikmiş testte %36,6’dır.

Üçüncü soruda şırınga içerisinde sıkıştırılan hava taneciklerinin şeklinin değişmeyeceğini, sıkışma sırasında hava tanecikleri arasındaki uzaklık değişeceği gerekçesiyle doğru olarak belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %4,9, son testte %78 ve gecikmiş testte %70,7 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %12,2, son testte %36,6 ve gecikmiş testte %31,7’dir.

Dördüncü soruda, demir bir tel makasla ortadan ikiye bölündüğünde, yapılan bölme işlemimin fiziksel olup atomları etkilemeyeceği gerekçesiyle, bölünen yerdeki atomların bölünmeyeceğini doğru olarak belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %26,8, son testte %82,9 ve gecikmiş testte %90,2 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %36,6, son testte %53,7 ve gecikmiş testte %61’dir.

Testin beşinci sorusunda, ısı etkisiyle tanecikler arasındaki boşluklar artacağı gerekçesiyle maddelerin genişmesinin taneciklerinin büyüklüğündeki değişmeden kaynaklandığı ifadesinin yanlış olduğunu belirterek sorunun her iki aşamasını da doğru cevaplayan deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %2,4, son testte %43,9 ve gecikmiş testte %22 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %9,8, son testte %2,4 ve gecikmiş testte %14,6’dır. Isı etkisiyle tanecikler genişleyeceği gerekçesiyle, taneciklerin büyüyerek maddenin genişleyeceği ve daha fazla yer kaplayacağı alternatif kavramasına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %53,7, son testte %31,7 ve gecikmiş

testte %29,3 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %51,2, son testte %53,7 ve gecikmiş testte ise %43,9'dur.

Katı maddenin taneciklerinin sıvı tanecikleri arasındaki boşluklara dağılacığı gerekçesiyle, su içerisine atılan tuzun zamanla yok olacağı ifadesinin yanlış olduğunu belirterek altıncı sorunun her iki aşamasını da doğru cevaplayan deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %17,1, son testte %43,9 ve gecikmiş testte %63,4 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %7,3 son testte %22 ve gecikmiş testte %17,1'dir. Katı maddenin taneciklerinin sıvı tanecikleri arasındaki boşluklara dağılarak su içerisine atılan tuzun zamanla yok olacağını belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %24,4, son testte %48,8 ve gecikmiş testte %36,6 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %39 son testte %65,9 ve gecikmiş testte %61'dir.

Yedinci soruda su ve alkolün karıştırılmasıyla oluşan karışımın toplam hacminin su ve alkolün hacimlerinin ayrı ayrı toplamından daha küçük olacağını, sıvı taneciklerinin birbiri arasındaki boşluklara gireceği gerekçesiyle birlikte doğru cevaplayan deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %19,5, son testte %46,3 ve gecikmiş testte %39 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %26,8, son testte %31,7 ve gecikmiş testte %24,4'tür.

Testin sekizinci sorusunda, taneciklerin rengi olmamasından dolayı birbirini etkilemesi düşünülmemeyeceği gerekçesiyle, suya damlatılan boya taneciklerinin suyun taneciklerini yeşile boyayacağı düşüncesinin yanlış olduğunu belirterek soruyu doğru cevaplayan deney grubu öğrencisi bulunmazken, bu oran son testte %41,5 ve gecikmiş testte %36,6'dır. Kontrol grubu öğrencilerinde ise ön testte %4,9, son testte %9,8 ve gecikmiş testte %7,3'tür. Yeşil renkli boya taneciklerinin renksiz su taneciklerine çarparak onları da yeşile boyayacağı alternatif kavramasına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ise ön testte %56,1, son testte %12,2 ve gecikmiş testte %14,6 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte ve son testte %41,5 ve gecikmiş testte %36,6'dır.

Atomların çok küçük olduğu için ışığı yansıtmayacağı gerekçesiyle ışık mikroskopuyla görülemeyeceğini dokuzuncu soruda doğru olarak belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %9,8, son testte %48,8 ve gecikmiş testte %43,9 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %17,1, son testte %12,2 ve gecikmiş testte %9,8'dir. Mikroskopların atom gibi küçük nesnelere gözle görülebilir hale getirebileceği gerekçesiyle, maddeyi oluşturan atomların ışık mikroskopu altında görülebileceği alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %63,4, son testte %34,1 ve gecikmiş testte %36,6 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %48,8, son testte %70,7 ve gecikmiş testte ise %78'dir.

Onuncu soruda rengin maddenin fiziksel özelliği olup, atomlar bu özelliklere sahip olmayacağı gerekçesiyle sarı renkli olan altın bir yüzükten ayrılacak bir atomun sarı renkli olmayacağını doğru olarak belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %17,1, son testte %61 ve gecikmiş testte %63,4 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %22, son testte %36,6 ve gecikmiş testte %39'dur.

Farklı elementlerin atomlarının birbirinden farklı özellikte olduğu gerekçesiyle demir telin atomları ile bakır telin atomlarının aynı olduğunu belirterek on birinci soruyu ön testte doğru cevaplayan deney grubu öğrencilerinin oranı %58,5, kontrol grubu öğrencilerinin oranı %53,7 iken, bu oran deney ve kontrol grubunda son testte %80,5, gecikmiş testte %70,7'dir.

On ikinci soruda, atomlar düzeyinde şekil değişikliği olmayacağı gerekçesiyle boş bir teneke kutu ayakla ezilerek yassı hale getirildiğinde teneke kutunun atomlarının yassılaşmayacağını doğru olarak belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %24,4, son testte %82,9 ve gecikmiş testte %85,4 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %31,7, son testte %43,9 ve gecikmiş testte %46,3'tür. Atomların şekli değiştiği için ezilen kutunun atomlarının da yassılaşacağı alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı ön testte %26,8 iken, son testte ve gecikmiş testte bu alternatif kavramaya sahip öğrenci bulunmamaktadır. Kontrol grubunda ise öğrencilerin ön testte %39'u, son testte %19,5'i ve gecikmiş testte %26,8'i bu alternatif kavramaya sahiptir.

Atomun yapısının bulunduğu bileşiğe göre değişmeyeceği gerekçesiyle suyun yapısındaki oksijen ile karbondioksitin yapısındaki oksijenin aynı olduğunu on üçüncü soruda doğru olarak belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %22, son testte %56,1 ve gecikmiş testte %48,8 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %14,6, son testte %36,6 ve gecikmiş testte %31,7'dir.

On dördüncü soruda, bütün su moleküllerindeki oksijen ve hidrojen atomlarının sayısı ve dizilişi aynı olduğu gerekçesiyle su moleküllerinin birbirinden farklı olamayacağını doğru olarak belirten öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %17,1, son testte %56,1 ve gecikmiş testte %43,9 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %12,2, son testte %39 ve gecikmiş testte %26,8'dir.

Bileşiklerin tek cins tanecikten meydana geldiği için saf madde olduklarını testin on beşinci sorusunda doğru olarak belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %9,8, son testte %46,3 ve gecikmiş testte %43,9 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %14,6, son testte %24,4 ve gecikmiş testte %19,5'tir. Bileşiklerin farklı cins atomlardan oluştuğu için saf madde olmadıkları alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı ise deney grubunda ön testte %29,3, son testte ve gecikmiş testte %7,3 iken, bu

oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %17,1, son testte %31,7 ve gecikmiş testte %39'dur.

On altıncı soruda sıvılar donduğunda taneciklerinin donmayacağını, sadece donma sırasında sıvı tanecikleri arasındaki uzaklıkların azalacağını doğru olarak belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %2,4, son testte %51,2 ve gecikmiş testte %48,8 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %7,3, son testte ve gecikmiş testte %17,1'dir. Donan sıvının taneciklerinin hareketsiz kalacağı gerekçesiyle sıvılar donduğunda taneciklerinin de donacağı alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %46,3, son testte %7,3 ve gecikmiş testte ise %9,8 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %34,1, son testte ve gecikmiş testte ise %26,8'dir.

Canlılık atomun değil, maddenin özelliği olduğu gerekçesiyle canlı bir varlık ölünce onu meydana getiren atomların ölmesinin söz konusu olmayacağını on yedinci soruda belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %12,2, son testte %31,7 ve gecikmiş testte %43,9 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %4,9, son testte %12,2 ve gecikmiş testte %14,6'dır. Canlıların hücreleri atomlardan oluştuğu için canlı bir varlık ölünce onu meydana getiren atomların da öleceği alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %26,8, son testte %29,3 ve gecikmiş testte ise %19,5 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %43,9, son testte %41,5 ve gecikmiş testte %29,3'dir.

Hal değişiminde taneciklerin yapısı değişmediği içi su buharlaştığında suyu oluşturan moleküllerin ağırlığının değişmeyeceğini on sekizinci soruda doğru olarak bilen deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %4,9, son testte %65,9 ve gecikmiş testte %51,2 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %14,6, son testte %31,7 ve gecikmiş testte %22'dir. Gaz halde maddelerin moleküllerinin en hafif olduğu için su buharlaştığında suyu oluşturan moleküllerin ağırlığı da azalır alternatif kavramasına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %41,5, son testte %4,9 ve gecikmiş testte %7,3 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %26,8, son testte ve gecikmiş testte ise %29,3'tür.

On dokuzuncu soruda aynı cins taneciklerden (molekül) meydana geldiği için verilen tanecik modelinin saf bir maddeye ait olduğunu doğru olarak tespit eden öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %22, son testte %56,1 ve gecikmiş testte ise %51,2 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %9,8, son testte %34,1 ve gecikmiş testte ise %36,6'dır.

Testin 20. sorusu için deney ve kontrol grubu ön test, son test ve gecikmiş test yüzde dağılımları Tablo 32'de verilmiştir.

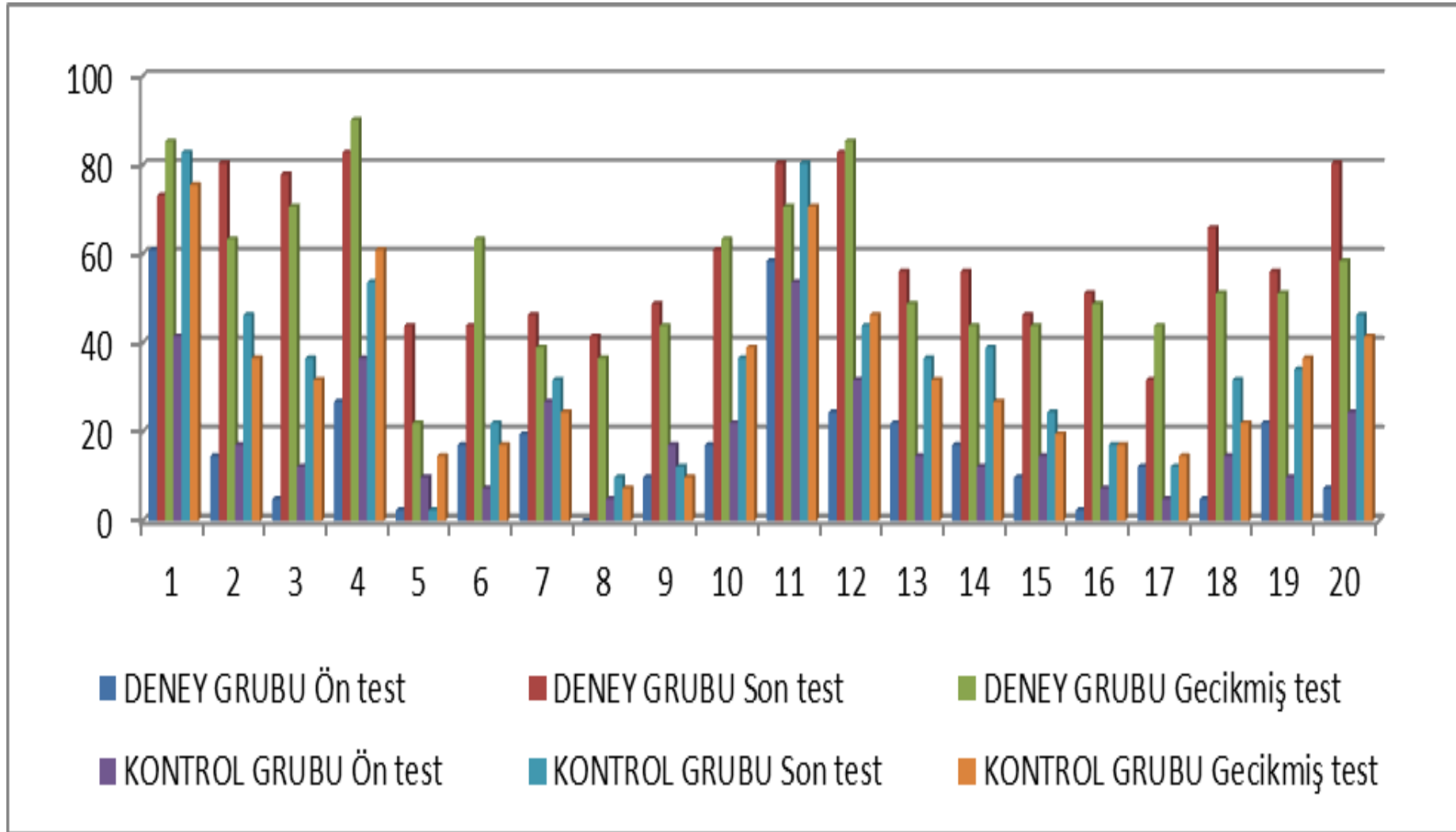
Tablo 32. MTYKT'nin 20. Sorusuna Verilen Cevapların Yüzde Dağılımları

SORU TEST I. AŞAMA		II. AŞAMA (GEREKÇE)								
		DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU				
		A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	
20	ÖT	A	2,4	2,4	0	17,1	2,4	0	2,4	17,1
		B	7,3	7,3*	4,9	2,4	7,3	24,4*	4,9	2,4
		C	4,9	0	0	0	0	2,4	0	0
		D	41,5	9,8	0	0	31,7	0	2,4	2,4
20	ST	A	0	0	2,4	12,2	0	0	2,4	0
		B	4,9	80,5*	0	0	4,9	46,3*	7,3	0
		C	0	0	0	0	0	0	0	0
		D	0	0	0	0	29,3	7,3	0	2,4
20	GT	A	0	0	0	9,8	2,4	2,4	0	4,9
		B	7,3	58,5*	4,9	0	4,9	41,5*	7,3	4,9
		C	0	0	0	0	2,4	0	0	2,4
		D	7,3	2,4	0	0	22	2,4	0	0

*:Her iki aşamayı da doğru cevaplayan öğrenci yüzdeleri
 ÖT: Ön test, ST: Son test, GT: Gecikmiş test

Testin yirminci sorusunda, su ısıtılarak buharlaştığında sadece moleküller arasındaki boşlukların artacağını belirterek doğru tanecik modelini seçen deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %7,3, son testte %80,5 ve gecikmiş testte %58,5 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %24,4, son testte %46,3 ve gecikmiş testte %41,5'tir. Su buharlaştığında su molekülünü oluşturan atomların birbirinden ayrılacağı alternatif kavramasına sahip olan ve buna dair tanecik modelini seçen öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %41,5, son testte %0 ve gecikmiş testte %7,3 iken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %31,7, son testte %29,3 ve gecikmiş testte %22'dir.

MTYKT'de yer alan soruların her iki aşamasına birden ön test, son test ve gecikmiş testte doğru cevap veren deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yüzde dağılımları Grafik 2'de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Grafik 2. Deney grubu öğrencilerinin MTYKT cevaplarının karşılaştırılması

4. 3. KCGKT'den Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın "Geliştirilen materyalin öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesinde ve kalıcılığın sağlanmasında bir etkisi var mıdır?" şeklindeki ikinci alt problemine yönelik olarak uygulanan diğer bir veri toplama aracı olan, üç bölümden oluşan KCGKT'den elde edilen bulgular bu bölümde sunulmuştur.

4. 3. 1. KCGKT'nin I. Bölümünden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin KCGKT'nin I. bölümünün ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarından aldıkları ortalama puanlar ve standart sapma değerleri Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33. KCGKT'nin I. Bölümü Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Grup	Ön test			Son test			Gecikmiş test		
	N	X	S	N	X	S	N	X	S
Deney	41	36,78	16,09	41	75,95	21,92	41	70,85	24,39
Kontrol	41	35,66	16,29	41	54,24	22,62	41	55,34	24,95

Tablo 33'te görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 36,87 iken, son test ortalama puanı 75,95, gecikmiş testte ise 70,85 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ise aynı ortalama puanları sırasıyla 35,66, 54,24 ve 55,34'tür. Buna göre hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin başarı düzeylerinde bir artış olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinde t-testi kullanılmıştır. Öğrencilerin ön test puanlarının bulunduğu gruba göre t-testi sonuçları Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34. KCGKT Ön Test Puanlarının Gruba Göre T-Testi Sonuçları

Grup	N	X	S	sd	t	p
Deney	41	36.78	16.09	80	0.314	.755
Kontrol	41	35.65	16.29			

*p<.01

Tablo 34'e göre öğrencilerin KCGKT ön test sonuçları anlamlı bir farklılık göstermemektedir [$t_{(80)}=.314, p>.01$].

Zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin kullanıldığı deney ve 5E modelinin takip edildiği kontrol gruplarının KCGKT ortalama puanlarındaki değişmelerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin İki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 35. KCGKT Ön Test-Son Puanları ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Deneklerarası	46590,878	81			
Grup (Deney/Kontrol)	5342,049	1	5342,049	10,361	,002
Hata	41248,829	80	515,610		
Denekleriçi	57960,000	82			
Ölçüm (Öntest-Sontest)	34191,610	1	34191,610	140,816	,000
Grup*Ölçüm	4343,512	1	4343,512	17,888	,000
Hata	19424,878	80	242,811		
Toplam	104550,878	163			

* $p<.01$

Tablo 35'te görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin KCGKT sonuçlarının uygulama öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği, yani farklı işlem gruplarında olmak ile tekrarlı ölçüm faktörlerinin KCGKT sonuçları üzerindeki ortak etkilerinin anlamlı olduğu bulunmuştur [$F_{(1, 80)}= 17,888, p<.01$]. Bu bulgu, deney ve kontrol grubunda yapılan öğretimin, öğrencilerin KCGKT başarı puanlarını artırmada farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. KCGKT puanlarının uygulama öncesine göre daha fazla artmasını sağlayan zenginleştirilmiş BDÖ materyali kullanılarak deney grubunda yapılan öğretimin, kontrol grubunda yapılan öğretime göre daha etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve gecikmiş test puan ortalamaları arasında ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve gecikmiş test puan ortalamaları arasında ayrı ayrı anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinde kullanılan tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 36'da verilmiştir.

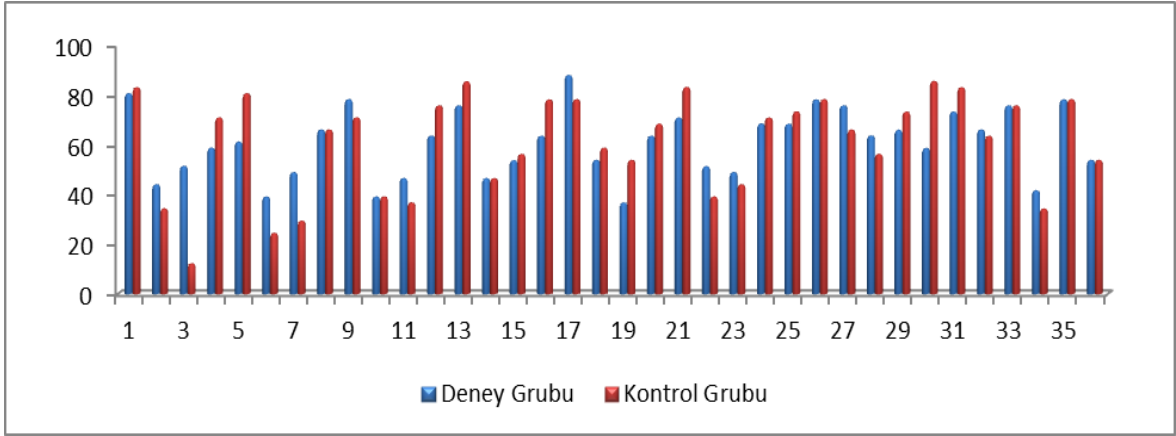
Tablo 36. KCGKT Ön Test, Son Test ve Gecikmiş Test Puanlarının ANOVA Sonuçları

Grup	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deney	Deneklerarası	33588,650	40	839,716			
	Ölçüm	37191,268	2	18595,634	75,159	,000	2-1, 3-1
	Hata	19793,398	80	247,417			
	Toplam	90573,316	122				
Kontrol	Deneklerarası	40701,854	40	1017,546			
	Ölçüm	10031,854	2	5015,927	26,223	,000	2-1, 3-1
	Hata	15302,146	80	191,277			
	Toplam	66035,854	122				

*p<.001

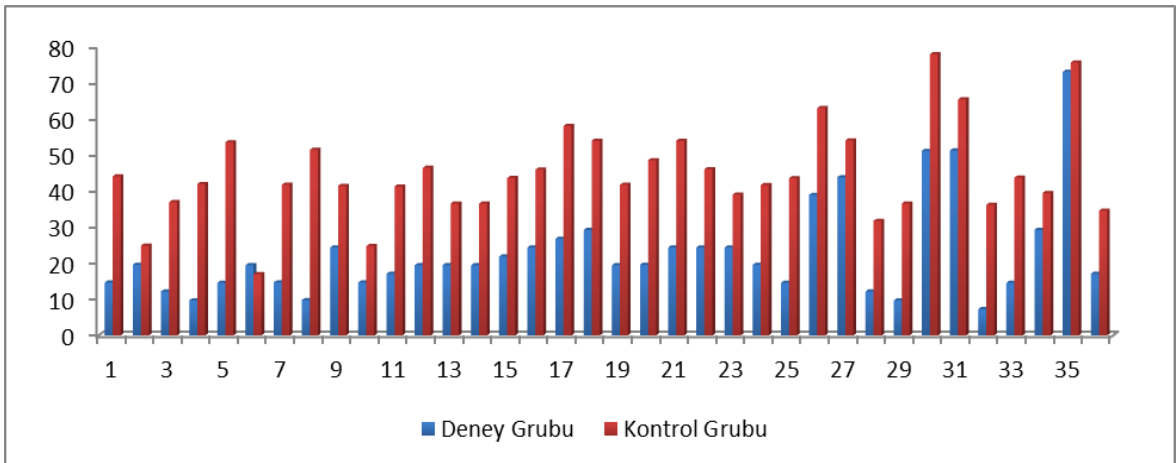
Tablo 36'da görüldüğü gibi, KCGKT'nin her üç uygulamasından elde edilen verilere uygulanan ANOVA analizi sonucunda, hem deney grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)}= 75,159$, $p<.001$] hem de kontrol grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)}= 26,223$, $p<.001$] ön test, son test ve gecikmiş test uygulamasından aldıkları puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir. Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehinde ve ön test ile gecikmiş test arasında gecikmiş test lehinde anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<.01$). Son test ile gecikmiş test arasında ise her iki grupta da anlamlı bir farklılık yoktur ($p>.01$). Bu sonuç hem deney grubunda hem de kontrol grubunda yapılan öğretimin etkisinin uzun süre devam ettiğini göstermektedir.

Deney ve kontrol grubunda kısa cevap gerektiren testin birinci bölümünün ön test uygulamasında doğru cevap haricindeki alternatif kavrama içeren cevapları işaretleyen toplam öğrencilerin yüzde dağılımları Şekil 23'te gösterilmiştir.



Grafik 3. KCGKT'nin birinci bölümüne ön test uygulamasında alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin yüzde dağılımı

Grafik 3'te görüldüğü gibi öğrencilerin büyük bir çoğunluğu maddelerin hal değişimi, ısıtma, soğutma ve sıkıştırılması sırasında taneciklerin büyüklüğü, sayısı, hızları ve aralarındaki boşluklarda meydana gelen değişimlerle ilgili alternatif kavramlara sahiptir. Yargıların çoğunluğunda sahip olunan alternatif kavramalar deney ve kontrol grubunda birbirine yakındır. Bazı yargılarda (3, 6, 7) deney grubu öğrencileri belirgin farkla daha fazla alternatif kavramaya sahiptirken, bazı yargılarda ise (5, 19, 21, 30) kontrol grubu öğrencileri belirgin bir farkla daha fazla alternatif kavramaya sahiptir. Kısa cevap gerektiren testin birinci bölümünün son test uygulamasında doğru cevap haricindeki alternatif kavrama içeren cevapları işaretleyen toplam öğrencilerin yüzde dağılımları Grafik 4'te gösterilmiştir.

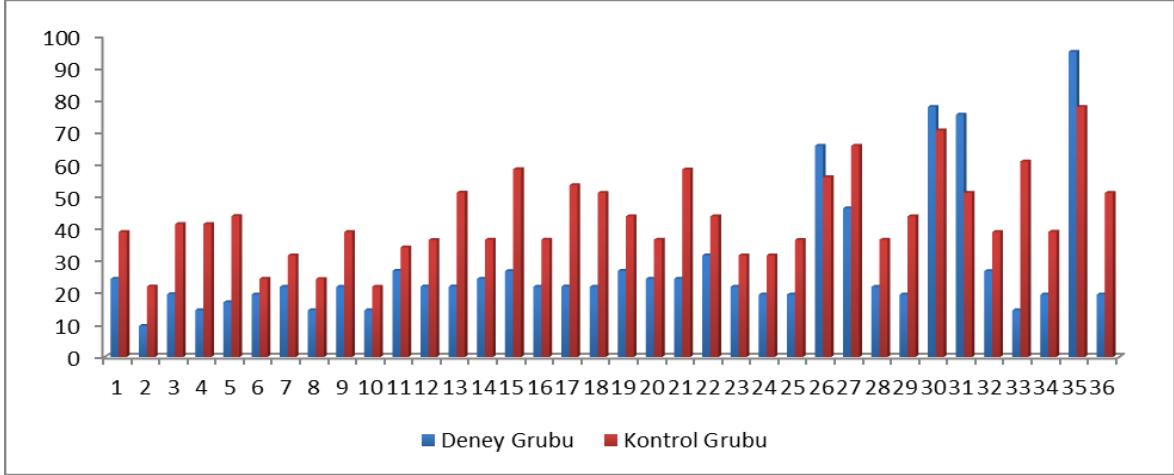


Grafik 4. KCGKT'nin birinci bölümüne son test uygulamasında alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin yüzde dağılımı

Grafik 4'te görüldüğü gibi katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin hal değişimi, ısıtma, soğutma ve sıkıştırılması sırasında taneciklerin mikroskobik özelliklerinde meydana gelen

değişmelerle ilgili uygulama sonrasında 6. ve 35. yargılar hariç deney grubu öğrencilerinin alternatif kavramaları kontrol grubu öğrencilerine nazaran büyük ölçüde azalmıştır.

Deney ve kontrol grubunda kısa cevap gerektiren testin birinci bölümünün gecikmiş son test uygulamasında doğru cevap haricindeki alternatif kavrama içeren seçenekleri işaretleyen toplam öğrencilerin yüzde dağılımları Grafik 5'te gösterilmiştir.



Grafik 5. KCGKT'nin birinci bölümüne gecikmiş son testte alternatif kavrama içeren cevap veren öğrencilerin yüzde dağılımı

Grafik 5'te görüldüğü gibi katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin hal değişimi, ısıtma, soğutma ve sıkıştırılması sırasında taneciklerin mikroskopik özelliklerinde meydana gelen değişmelerle ilgili uygulama sonrasında 26, 30, 31 ve 35. yargılar hariç deney grubu öğrencilerinin alternatif kavramaları kontrol grubu öğrencilerine göre daha fazladır.

Öğrencilerinin testin birinci bölümündeki katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin hal değişimi, ısıtma, soğutma ve sıkıştırılması sırasında taneciklerin mikroskopik özelliklerinde meydana gelen değişmelerle ilgili yargılara verdikleri cevapların yüzdelik dağılımları aşağıda başlıklar halinde detaylı olarak sunulmuştur.

4. 3. 1. 1. Tanecik Büyüklüğü İle İlgili Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin KCGKT'nin birinci bölümündeki katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin hal değişimi, ısıtma, soğutma ve sıkıştırılması sırasında taneciklerin büyüklüğü ile ilgili yargılara ön test, son test ve gecikmiş testte verdikleri cevapların yüzdelik dağılımları Tablo 37'de verilmiştir. Tablo 37'de öğrencilerin doğru cevapları gösterilmiş, boş bırakılan sorular ya da hatalı işaretlemeler gösterilmemiştir. Bu nedenle aşağıda öğrencilerin alternatif kavramaları ifade edilirken verdikleri yanlış cevapların toplam yüzdeleri sunulmuştur.

Tablo 37. KCGKT'nin I. Bölümünden Elde Edilen Tanecik Büyüklüğü İle İlgili Cevapların Yüzde Dağılımları

Madde	Deney Grubu									Kontrol Grubu								
	Ön Test			Son Test			Gecikmiş Test			Ön Test			Son Test			Gecikmiş Test		
	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De
1. Katılar eriyince	41,5	39	17,1*	4,9	9,8	85,4*	14,6	9,8	75,6*	51,2	31,7	17,1*	17,1	27	56*	31,7	7,3	61*
5. Sıvılar donunca	36,6	24,4	31,7*	7,3	7,3	85,4*	7,3	9,8	82,9*	31,2	48,8	12,2*	36,6	17,1	46*	22	22	53,7*
9. Sıvılar buharlaşınca	41,5	36,6	14,6*	12,2	12,2	75,6*	14,6	7,3	78*	48,8	22	22*	19,5	22	59*	24,4	14,6	61*
13. Gazlar yoğunlaşınca	41,5	34,1	19,5*	12,2	7,3	80,5*	12,2	9,8	78*	51,2	34,1	14,6*	14,6	22	61*	22	29,3	48,8*
17. Madde ısıtılınca	48,8	39	9,76*	14,6	12,2	73,2*	17,1	4,9	78*	41,5	36,6	22*	34,1	24	39*	34,1	19,5	46,3*
21. Madde soğutulunca	34,1	36,6	29,3*	22	2,4	70,7*	9,8	14,6	73,2*	29,3	53,7	14,6*	22	32	46*	12,2	46,3	41,5*
25. Katılar sıkıştırılınca	34,1	34,1	31,7*	12,2	2,4	82,9*	12,2	7,3	78*	24,4	48,8	24,4*	14,6	29	56*	9,8	27	61*
29. Sıvılar sıkıştırılınca	26,8	39	31,7*	2,4	7,3	90,2*	2,4	17,1	80,5*	34,1	39	26,8*	14,6	22	63*	19,5	24,4	56,1*
33. Gazlar sıkıştırılınca	34,1	41,5	24,4*	7,3	7,3	78*	7,3	7,3	82,9*	36,6	39	17,1*	9,8	34	56*	31,7	29,3	39*

*: Doğru cevap yüzdeleri, Ar: Artar, Az: Azalır, De: Değişmez

Erime esnasında tanecik büyüklüğünün değişeceğine inanan, artar ve azalır seçeneklerini işaretleyen, öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %80,5 iken, son testte %14,7 ve gecikmiş testte %24,4'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %82,9 iken, son testte %44,1 ve gecikmiş testte %39'dur. Donma esnasında tanecik büyüklüğünün değişeceğine inanan öğrencilerin oranı ise deney grubunda ön testte %61 iken, son testte %14,6 ve gecikmiş testte %17,1'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %80,5 iken son testte %53,6 ve gecikmiş testte %44'tür.

Buharlaştırma esnasında tanecik büyüklüğünün değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %78,1 iken, son testte %24,4 ve gecikmiş testte %21,9'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %70,8 iken, son testte %41,5 ve gecikmiş testte %39'dur. Yoğunlaştırma esnasında tanecik büyüklüğünün değişeceğine inanan öğrencilerin oranı ise deney grubunda ön testte %75,6 iken, son testte %19,5 ve gecikmiş testte %22'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %85,3 iken, son testte %36,6 ve gecikmiş testte %51,3'tür.

Maddeler ısıtıldığında tanecik büyüklüğünün değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %87,2 iken, son testte %26,8 ve gecikmiş testte %22'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %78,1 iken, son testte %58,1 ve gecikmiş testte %53,6'dır. Maddeler soğutulduğunda tanecik büyüklüğünün değişeceğine inanan öğrencilerin oranı ise deney grubunda ön testte %70,7 iken son testte ve gecikmiş testte %24,4'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %83 iken, son testte %54 ve gecikmiş testte %58,5'tir.

Katı haldeki maddeler sıkıştırıldığında tanecik büyüklüğünün değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %68,2 iken, son testte %14,6 ve gecikmiş testte %19,5'tir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %73,2 iken, son testte %43,6 ve gecikmiş testte %36,6'dır. Sıvı haldeki maddeler sıkıştırıldığında ise tanecik büyüklüğünün değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %65,8 iken, son testte %9,7 ve gecikmiş testte %19,5'tir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %73,1 iken, son testte %36,6 ve gecikmiş testte %43,9'dur. Gaz haldeki maddeler sıkıştırıldığında ise tanecik büyüklüğünün değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %75,6 iken, son testte ve gecikmiş testte %14,6'dır. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %75,6 iken, son testte %43,8 ve gecikmiş testte %61'dir.

4. 3. 1. 2. Tanecikler Arası Boşluklar İle İlgili Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin KCGKT'nin birinci bölümündeki tanecikler arası boşluklardaki değişimler ile ilgili yargılara verdikleri cevapların yüzdeler dağılımları Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. KCGKT'nin I. Bölümünden Elde Edilen Tanecikler Arası Boşluklarla İlgili Cevapların Yüzde Dağılımları

Madde	Deney Grubu									Kontrol Grubu								
	Ön test			Son test			Gecikmiş test			Ön test			Son test			Gecikmiş test		
	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De
2. Katılar eriyince	53,7*	31,7	12,2	80,5*	9,8	9,8	90,2*	7,3	2,4	65,9*	29,3	4,9	75,6*	20	4,9	78*	9,8	12,2
6. Sıvılar donunca	24,4	56,1*	14,6	7,3	78*	12,2	14,6	78*	4,9	12,2	68,3*	12,2	9,8	80*	7,3	17,1	75,6*	7,3
10. Sıvılar buharlaşınca	56,1*	26,8	12,2	85,4*	9,8	4,9	85,4*	12,2	2,4	61*	26,8	12,2	75,6*	15	9,8	78*	14,6	7,3
14. Gazlar yoğunlaşınca	29,3	48,8*	17,1	12,2	80,5*	7,3	14,6	75,6*	9,8	29,3	53,7*	17,1	29,3	59*	7,3	22	63,4*	14,6
19. Madde ısıtılınca	61*	19,5	17,1	80,5*	4,9	14,6	70,7*	17,1	9,8	36,6*	41,5	12,2	58,5*	32	9,8	56,1*	24,4	19,5
23. Madde soğutulunca	24,4	48,8*	24,4	7,3	75,6*	17,1	14,6	78*	7,3	26,8	51,2*	17,1	29,3	61*	9,8	19,5	63,4*	12,2
26. Katılar sıkıştırılınca	26,8	51,2	19,5*	2,4	36,6	58,5*	17,1	48,8	34,1*	41,5	36,6	19,5*	17,1	46	36,6*	17,1	39	43,9*
30. Sıvılar sıkıştırılınca	24,4	34,1	36,6*	7,3	43,9	46,3*	7,3	70,7	22*	24,4	61	12,2*	22	56	22*	12,2	58,5	26,8*
34. Gazlar sıkıştırılınca	22	58,5*	19,5	19,5	70,7*	9,8	7,3	80,5*	12,2	22	61*	12,2	19,5	61*	19,5	22	56,1*	17,1

*: Doğru cevap yüzdeleri, Ar: Artar, Az: Azalır, De: Değişmez

Tablo 38'de görüldüğü gibi, kısa cevap gerektiren testin birinci bölümünden elde edilen bulgulara göre erime esnasında tanecikler arası boşlukların azalacağı ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %43,9 iken, son testte %19,6 ve gecikmiş testte %9,7'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %34,2 iken, son testte %24,9 ve gecikmiş testte %22'dir. Donma esnasında tanecikler arası boşlukların artacağı ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı ise deney grubunda ön testte %39 iken, son testte ve gecikmiş testte %19,5'tir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %24,4 iken, son testte %17,1 ve gecikmiş testte %24,4'tür.

Buharlaşma esnasında tanecikler arası boşlukların azalacağına ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %39 iken, son testte ve gecikmiş testte %14,7'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %39 iken, son testte %24,8 ve gecikmiş testte %21,9'dur. Yoğunlaşma esnasında tanecikler arası boşlukların artacağına ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı ise deney grubunda ön testte %46,4 iken, son testte %19,5 ve gecikmiş testte %24,4'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %46,4 iken, son testte ve gecikmiş testte %36,6'dır.

Maddeler ısıtıldığında tanecikler arası boşlukların azalacağına ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %36,6 iken, son testte %19,5 ve gecikmiş testte %26,9'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %53,7 iken, son testte %41,8 ve gecikmiş testte %43,9'dur. Maddeler soğutulduğunda ise tanecikler arasındaki boşlukların artacağına ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %48,8 iken, son testte %24,4 ve gecikmiş testte %21,9'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %43,9 iken, son testte %39,1 ve gecikmiş testte %31,7'dir.

Maddeler sıkıştırıldığında tanecikler arasındaki boşlukların değişeceğine inanan öğrencilerin oranı katı ve sıvılar için sırasıyla deney grubunda ön testte %78, %58,5 iken, son testte %39, %51,2 ve gecikmiş testte %65,9 ve %78'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %78,1, %85,4 iken, son testte %63,1, %78 ve gecikmiş testte %56,1 ve %70,7'dir. Gaz haldeki maddeler sıkıştırıldığında ise tanecikler arasındaki boşlukların artacağına ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %41,5 iken, son testte %29,3 ve gecikmiş testte %19,5'tir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %34,2 iken, son testte %27,5 ve gecikmiş testte %39,1'dir.

4. 3. 1. 3. Taneciklerin Hızları İle İlgili Bulgular

Öğrencilerinin KCGKT'nin birinci bölümündeki taneciklerin hızları ile ilgili yargılara verdikleri öğrenci cevapların yüzdeler dağılımları Tablo 39'da verilmiştir.

Tablo 39. KCGKT'nin I. Bölümünden Elde Edilen Taneciklerin Hızları İle İlgili Cevapların Yüzde Dağılımları

Madde	Deney Grubu									Kontrol Grubu								
	Ön Test			Son Test			Gecikmiş Test			Ön Test			Son Test			Gecikmiş Test		
	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De
3. Katılar eriyince	48,8*	22	29,3	87,8*	7,3	4,9	80,5*	9,8	9,8	82,9*	7,3	4,9	63,4*	17,1	19,5	58,5*	24,4	17,1
7. Sıvılar donunca	26,8	51,2*	22	9,8	85,4*	4,9	7,3	78*	14,6	22	68,3*	7,3	26,8	53,7*	14,6	14,6	68,3*	17,1
11. Sıvılar buharlaşınca	53,7*	17,1	29,3	82,9*	7,3	9,8	73,2*	17,1	9,8	56,1*	26,8	9,8	56,1*	34,1	7,3	65,9*	22	12,2
15. Gazlar yoğunlaşınca	34,1	43,9*	19,5	14,6	75,6*	7,3	12,2	73,2*	14,6	36,6	43,9*	19,5	31,7	53,7*	12,2	22	41,5*	36,6
18. Madde ısıtılınca	43,9*	31,7	22	70,7*	7,3	22	75,6*	7,3	14,6	39*	36,6	22	46,3*	22	31,7	46,3*	26,8	24,4
22. Madde soğutulunca	26,8	48,8*	24,4	7,3	75,6*	17,1	14,6	68,3*	17,1	19,5	58,5*	19,5	17,1	53,7*	29,3	17,1	53,7*	26,8
27. Katılar sıkıştırılınca	39	36,6	24,4*	12,2	31,7	56,1*	9,8	36,6	51,2*	29,3	36,6	34,1*	17,1	36,6	46,3*	22	43,9	34,1*
31. Sıvılar sıkıştırılınca	26,8	46,3	24,4*	9,8	41,5	43,9*	12,2	63,4	24,4*	34,1	48,8	14,6*	19,5	46,3	34,1*	14,6	36,6	46,3*
35. Gazlar sıkıştırılınca	34,1	43,9	22*	14,6	58,5	26,8*	22	73,2	4,9*	41,5	36,6	22*	31,7	43,9	24,4*	31,7	46,3	19,5*

*: Doğru cevap yüzdeleri, Ar: Artar, Az: Azalır, De: Değişmez

Tablo 39'da görüldüğü gibi katı maddelerin erimesi sırasında taneciklerin hızlarının azalacağına ya da değişmeyeceğine inanan toplam öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %51,3 iken, son testte %12,1 ve gecikmiş testte %19,6'dır. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %12,2 iken, son testte %37 ve gecikmiş testte %41,5'tir. Donma esnasında taneciklerin hızlarının artacağına ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı ise deney grubunda ön testte %48,8 iken, son testte %14,7 ve gecikmiş testte %21,9'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %29,3 iken, son testte %41,8 ve gecikmiş testte %31,7'dir.

Buharlaşma esnasında taneciklerin hızlarının azalacağına ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %46,3 iken, son testte ve gecikmiş testte %18,1'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %36,6 iken, son testte %41,3 ve gecikmiş testte %34,2'dir. Yoğunlaşma esnasında taneciklerin hızlarının artacağına ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı ise deney grubunda ön testte %53,6 iken, son testte %21,9 ve gecikmiş testte %26,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %56,1 iken, son testte %43,7 ve gecikmiş testte %58,6'dır.

Maddeler ısıtıldığında taneciklerin hızlarının azalacağına ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %53,7 iken, son testte %29,3 ve gecikmiş testte %21,9'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %58,6 iken, son testte %54 ve gecikmiş testte %51,2'dir. Maddeler soğutulduğunda ise taneciklerin hızlarının artacağına ya da değişmeyeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %51,2 iken, son testte %14,3 gecikmiş testte %31,7'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %39 iken, son testte %56,1 ve gecikmiş testte %43,9'dur.

Katı haldeki maddeler sıkıştırıldığında taneciklerin hızlarının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %75,6 iken, son testte %43,9 ve gecikmiş testte %46,4'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %65,9 iken, son testte %54,1 ve gecikmiş testte %65,9'dur. Sıvı haldeki maddeler sıkıştırıldığında taneciklerin hızlarının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %73,1 iken, son testte %51,3 ve gecikmiş testte %75,6'dır. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %82,9 iken, son testte %65,5 ve gecikmiş testte %51,2'dir. Gaz haldeki maddeler sıkıştırıldığında ise taneciklerin hızlarının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %78 iken, son testte %73,1 ve gecikmiş testte %95,2'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %78,1 iken, son testte %75,7 ve gecikmiş testte %78'dir.

4. 3. 1. 4. Tanecik Sayısı İle İlgili Bulgular

Öğrencilerin KCGKT'nin birinci bölümündeki tanecik sayısı ile ilgili yargılara verdikleri cevapların yüzdelerle dağılımları Tablo 40'ta verilmiştir. Öğretim öncesinde öğrencilerin büyük çoğunluğu hal değişimi esnasında, maddeler ısıtıldığında, soğutulduğunda ya da sıkıştırıldığında kapalı bir sistemde taneciklerin sayısının artarak ya da azalarak değişeceğine inanmaktadır.

Tablo 40. KCGKT'nin I. Bölümünden Elde Edilen Tanecik Sayısı İle İlgili Cevapların Yüzde Dağılımları

Madde	Deney Grubu									Kontrol Grubu								
	Ön Test			Son Test			Gecikmiş Test			Ön Test			Son Test			Gecikmiş Test		
	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De	Ar	Az	De
4. Katılar eriyince	36,6	22	39*	2,4	7,3	90,2*	7,3	7,3	82,9*	29,3	41,5	26,8*	22	19,5	56,1*	24,4	17,1	58,5*
8. Sıvılar donunca	22	43,9	31,7*	4,9	4,9	85,4*	7,3	7,3	85,4*	22	43,9	29,3*	19,5	31,7	43,9*	9,8	14,6	73,2*
12. Sıvılar buharlaşınca	19,5	43,9	31,7*	7,3	12,2	80,5*	9,8	12,2	78*	26,8	48,8	22*	19,5	26,8	53,6*	9,8	26,8	63,4*
16. Gazlar yoğunlaşınca	17,1	46,3	31,7*	12,2	12,2	75,6*	7,3	14,6	73,2*	46,3	31,7	22*	22	24,4	51,2*	22	14,6	58,5*
20. Madde ısıtılınca	19,5	43,9	34,1*	9,8	9,8	80,5*	14,6	9,8	70,7*	41,5	26,8	22*	14,6	34,1	51,2*	19,5	17,1	63,4*
24. Madde soğutulunca	29,3	39	29,3*	9,8	9,8	80,5*	12,2	7,3	80,5*	36,6	34,1	26,8*	9,8	31,7	58,5*	9,8	22	65,9*
28. Katılar sıkıştırılınca	22	41,5	36,6*	4,9	7,3	87,8*	14,6	7,3	78,0*	29,3	26,8	36,6*	9,76	22,0	65,9*	17,1	19,5	58,5*
32. Sıvılar sıkıştırılınca	36,6	29,3	34,1*	7,3	–	90,2*	7,3	19,5	70,7*	24,4	39	36,6*	12,2	24,4	63,4*	14,6	24,4	61*
36. Gazlar sıkıştırılınca	17,1	36,6	46,3*	9,8	7,3	82,9*	14,6	4,9	80,5*	24,4	29,3	43,9*	14,6	19,5	65,9*	19,5	31,7	46,3*

*: Doğru cevap yüzdeleri, Ar: Artar, Az: Azalır, De: Değişmez

Tablo 40'ta görüldüğü gibi, erime esnasında tanecik sayısının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı, artacağına ya da azalacağına inananların toplamı, deney grubunda ön testte %58,6 iken, son testte %9,7 ve gecikmiş testte %14,6'dır. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %70,8 iken, son testte %41,5 ve gecikmiş testte %41,5'dir. Donma esnasında tanecik sayısının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı ise deney grubunda ön testte %65,9 iken, son testte %9,8 ve gecikmiş testte %14,6'dır. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %65,9 iken, son testte %51,2 ve gecikmiş testte %24,4'tür.

Buharlaştırma esnasında tanecik sayısının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %63,4 iken, son testte %19,5 ve gecikmiş testte %22'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %75,6 iken, son testte %46,3 ve gecikmiş testte %36,6'dır. Yoğunlaştırma esnasında tanecik sayısının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı ise deney grubunda ön testte %63,4 iken, son testte %24,4 ve gecikmiş testte %21,9'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %78 iken, son testte %46,4 ve gecikmiş testte %36,3'tür.

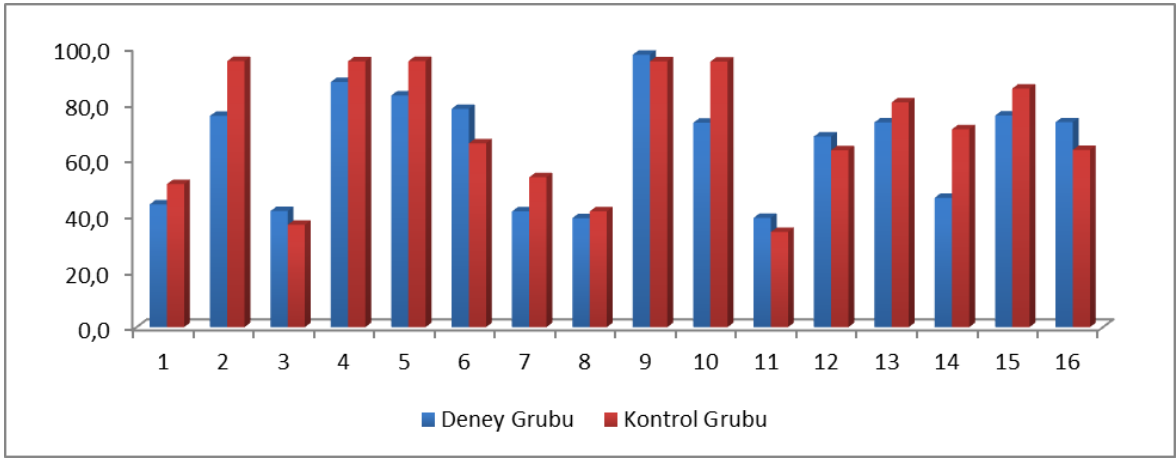
Maddeler ısıtıldığında tanecik sayısının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %63,4 iken, son testte %19,6 ve gecikmiş testte %24,4'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %68,3 iken, son testte %48,7 ve gecikmiş testte %36,6'dır. Maddeler soğutulduğunda ise tanecik sayısının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %68,3 iken, son testte ve gecikmiş testte %19,6'dır. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %70,7 iken, son testte %41,5 ve gecikmiş testte %31,8'dir

Katı haldeki maddeler sıkıştırıldığında tanecik sayısının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %63,5 iken, son testte %12,2 ve gecikmiş testte %21,9'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %36,1 iken, son testte %31,8 ve gecikmiş testte %36,6'dır. Sıvı haldeki maddeler sıkıştırıldığında ise tanecik sayısının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %65,9 iken, son testte %7,3 ve gecikmiş testte %26,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %63,4 iken, son testte %36,6 ve gecikmiş testte %39'dur. Gaz haldeki maddeler sıkıştırıldığında ise tanecik sayısının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %53,7 iken, son testte %17,1 ve gecikmiş testte %19,5'tir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %53,7 iken, son testte %34,1 ve gecikmiş testte %51,2'dir.

4. 3. 2. KCGKT'nin II. Bölümünden Elde Edilen Bulgular

Öğrenciler tarafından KCGKT'nin ikinci bölümündeki katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin mikroskobik ve makroskobik özellikleriyle ilgili verilen cevaplara ilişkin bulgular aşağıda ayrı başlıklar halinde sunulmuştur. Öncesinde ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarından elde edilen alternatif kavramaları karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Deney ve kontrol grubunda öğrencilerinin kısa cevap gerektiren testin ikinci bölümünün ön test uygulamasında doğru cevap haricindeki alternatif kavrama içeren çeldiricilerin bulunduğu seçenekleri işaretleyen toplam öğrencilerin yüzde dağılımları Grafik 6'da gösterilmiştir.

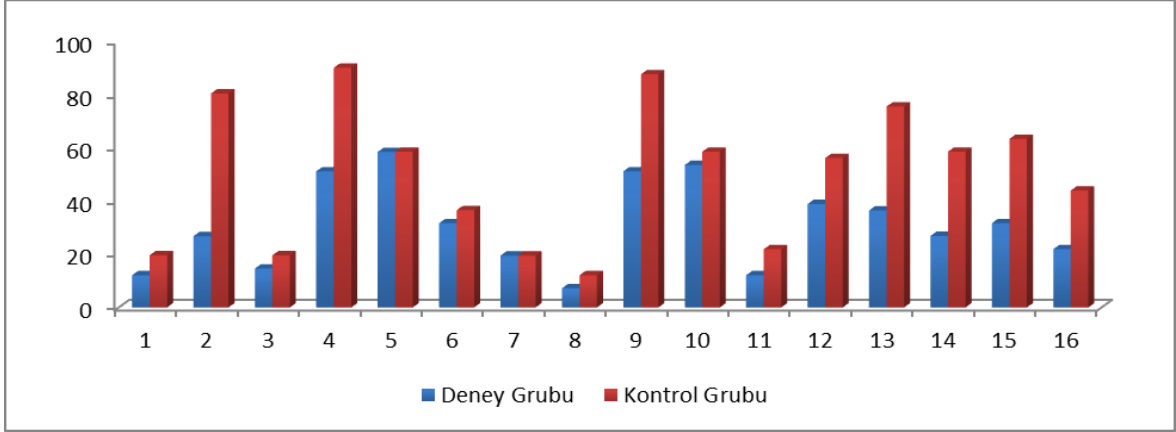


Grafik 6. KCGKT'nin ikinci bölümüne ön testte alternatif kavrama içeren cevap veren öğrencilerin yüzde dağılımı

Grafik 6'da görüldüğü gibi ön test uygulamasında, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin alternatif kavramalara sahip olma düzeyleri oldukça yüksek ve birbirine yakındır. Alternatif kavramalara sahip olma düzeyi bazı yargılarda deney grubu öğrencilerinde daha fazla sahip iken, bazı yargılarda ise kontrol grubu öğrencilerinde daha fazladır.

Tanecikler arası boşluklarla ilgili 2. yargıda, taneciklerin hareketi ile ilgili 4.,5. ve 6. yargılarda, maddelerin kütlesi ve hacmiyle ilgili 9. ve 10. yargılarda, şekil, basınç, akıcılık ve sıkıştırılabilme ile ilgili 12., 13., 14., 15. ve 16. yargılarda alternatif kavramalara sahip olma düzeyi oldukça yüksektir (%46,3 - %95,2).

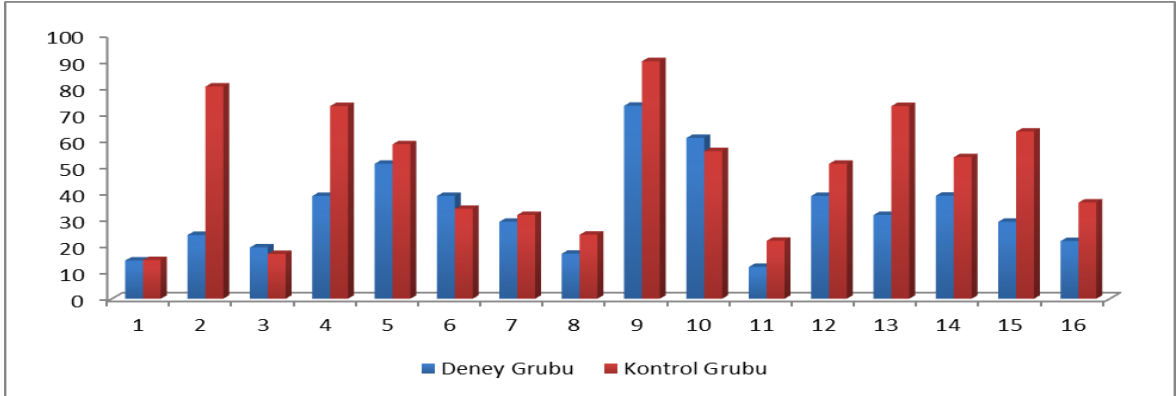
Deney ve kontrol grubunda KCGKT'nin ikinci bölümünün son test uygulamasında alternatif kavrama içeren çeldiricilerin bulunduğu seçenekleri işaretleyen toplam öğrencilerin yüzde dağılımları Grafik 7'de gösterilmiştir.



Grafik 7. KCGKT'nin ikinci bölümüne son testte alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin yüzde dağılımı

Grafik 7'de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin alternatif kavramalara sahip olma düzeyleri 5. ve 7. yargılar hariç kontrol grubu öğrencilerinden daha azdır. Yargıların çoğunda deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında belirgin bir fark vardır.

Deney ve kontrol grubunda KCGKT'nin ikinci bölümünün gecikmiş son test uygulamasında alternatif kavrama içeren çeldiricilerin bulunduğu seçenekleri işaretleyen toplam öğrencilerin yüzde dağılımları Grafik 8'de gösterilmiştir.



Grafik 8. KCGKT'nin ikinci bölümüne gecikmiş son testte alternatif kavrama içeren cevap veren öğrencilerin yüzde dağılımı

Grafik 8'de görüldüğü gibi kontrol grubu öğrencilerinin alternatif kavramalara sahip olma düzeyleri 3., 6. ve 10. yargılar hariç deney grubu öğrencilerinden daha fazladır.

4. 3. 2. 1. Taneciklerin Özellikleri ile İlgili Bulgular

KCGKT'nin ikinci bölümündeki maddelerin taneciklerinin özellikleri ile ilgili yargılara verilen cevapların yüzde dağılımları Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. KCGT'nin İkinci Bölümünden Elde Edilen Taneciklerin Özellikleri İle İlgili Cevaplar

		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
		Tanecikle rden meydana gelir	Tanecikle ri arasında boşluk vardır	Tanecikle ri arasında boşluklar çöktür	Tanecikle ri hareketli dir	Tanecikle ri titreşim hareketi yapar	Tanecikle ri öteleme hareketi yapar	Tanecikle ri bağımsız hareket eder	Tanecikle ri düzenli sıralanmı ştır	
DENEY GRUBU	ÖT (%)	Yalnız Katı	17,1	7,3	7,3	7,3	12,2	22	14,6	56,1*
		Yalnız Sıvı	4,9	4,9	7,3	12,2	31,7	22	4,9	14,6
		Yalnız Gaz	4,9	26,8	58,5*	34,1	12,2	26,8	56,1*	9,8
		Katı - Sıvı	2,4	-	7,3	7,3	4,9	-	2,4	4,9
		Katı - Gaz	2,4	7,3	4,9	2,4	7,3	4,9	2,4	2,4
		Sıvı - Gaz	12,2	29,3	9,8	24,4	14,6	22*	17,1	7,3
		Katı -Sıvı -Gaz	53,7*	24,4	4,9	9,8*	17,1*	2,4	-	-
	ST (%)	Yalnız Katı	4,9	2,4	2,4	4,9	36,6	9,8	2,4	92,7*
		Yalnız Sıvı	2,4	4,9	-	2,4	2,4	7,3	4,9	-
		Yalnız Gaz	2,4	2,4	85,4*	14,6	4,9	7,3	78,0*	2,4
		Katı - Sıvı	-	-	-	-	12,2	4,9	-	2,4
		Katı -Gaz	-	-	2,4	-	2,4	-	-	-
		Sıvı - Gaz	2,4	17,1	9,8	29,3	-	65,9*	12,2	2,4
		Katı -Sıvı -Gaz	87,8*	73,2*	-	48,8*	41,5*	2,4	-	-
GT (%)	Yalnız Katı	7,3	2,4	2,4	4,9	26,8	14,6	7,3	82,9*	
	Yalnız Sıvı	2,4	2,4	4,9	2,4	9,8	12,2	4,9	-	
	Yalnız Gaz	2,4	2,4	80,5*	7,3	2,4	4,9	70,7*	9,8	
	Katı - Sıvı	2,4	2,4	-	-	9,8	-	2,4	4,9	
	Katı -Gaz	-	-	-	-	-	-	2,4	-	
	Sıvı - Gaz	-	14,6	12,2	24,4	2,4	61*	12,2	2,4	
ÖT (%)	Katı -Sıvı -Gaz	85,4*	75,6*	-	58,5*	48,8*	7,3	-	-	
	Yalnız Katı	29,3	17,1	24,4	7,3	12,2	17,1	19,5	53,7*	
	Yalnız Sıvı	12,2	17,1	4,9	19,5	31,7	29,3	9,8	14,6	
	Yalnız Gaz	2,4	26,8	61*	22	22	14,6	46,3*	14,6	
	Katı - Sıvı	2,4	-	-	-	9,8	2,4	-	4,9	
	Katı -Gaz	-	4,9	-	2,4	-	-	2,4	-	
	Sıvı - Gaz	4,9	29,3	7,3	43,9	19,5	31,7*	19,5	7,3	
KONTROL GRUBU	ST (%)	Katı -Sıvı -Gaz	48,8*	4,9*	-	2,4*	-*	2,4	2,4	-
		Yalnız Katı	9,8	7,3	4,9	4,9	14,6	9,8	12,2	85,4*
		Yalnız Sıvı	9,8	9,8	9,8	14,6	9,8	12,2	2,4	7,3
		Yalnız Gaz	-	7,3	80,5*	22	9,8	12,2	78,0*	2,4
		Katı - Sıvı	-	-	-	2,4	7,3	-	-	2,4
		Katı -Gaz	-	-	-	-	-	-	-	-
		Sıvı - Gaz	-	56,1	4,9	46,3	17,1	61,0*	4,9	-
	GT (%)	Katı -Sıvı -Gaz	75,6*	19,5*	-	9,8*	41,5*	2,4	-	-
		Yalnız Katı	9,8	-	7,3	2,4	9,8	7,3	4,9	75,6*
		Yalnız Sıvı	-	9,8	2,4	4,9	17,1	4,9	-	4,9
		Yalnız Gaz	-	12,2	82,9*	9,8	2,4	12,2	68,3*	2,4
		Katı - Sıvı	-	-	-	2,4	12,2	4,9	-	9,8
		Katı -Gaz	4,9	-	-	2,4	-	2,4	9,8	2,4
		Sıvı - Gaz	-	58,5	7,3	51,2	17,1	63,4*	17,1	2,4
Katı -Sıvı -Gaz	85,4*	19,5*	-	24,4*	39*	2,4	-	2,4		

ÖT: Ön test; ST: Son test; GT: Gecikmiş test

Tablo 41'de görüldüğü gibi, KCGKT'nin ikinci bölümünün birinci sorusunda katı, sıvı ve gaz haldeki bütün maddelerin taneciklerden meydana geldiğini belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı, doğru cevap haricindekilerin toplamı, deney grubunda ön testte %43,9 iken son testte %12,1 ve gecikmiş testte %14,5'tir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %51,2 iken son testte %19,6 ve gecikmiş testte %14,7'dir. Hem deney hem de kontrol grubunda en yüksek oranla yalnız katıların taneciklerden meydana geldiğine inanan öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %17,1 iken son testte %4,9 ve gecikmiş testte %7,3'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %29,3 iken son testte %9,8 ve gecikmiş testte %9,8'dir.

Kısa cevap gerektiren testin ikinci bölümünün ikinci ve üçüncü soruları tanecikler arası boşluklarla ilgilidir. İkinci soruda katı, sıvı ve gaz haldeki bütün maddelerin tanecikleri arasında boşluk olduğunu belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %75,6 iken son testte %26,8 ve gecikmiş testte %24,2'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %95,2 iken son testte ve gecikmiş testte %80,5'tir. Yalnız gazların tanecikleri arasında boşluk olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %26,8 iken son testte ve gecikmiş testte %2,4'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %26,8 iken son testte %7,3 ve gecikmiş testte %12,2'dir. Sadece sıvı ve gazların tanecikleri arasında boşluk olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %29,3 iken son testte %17,1 ve gecikmiş testte %14,6'dır. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %29,3 iken son testte %56,1 ve gecikmiş testte %58,5'tir. Üçüncü sorusunda ise katı ve sıvı haldeki maddelerin de tanecikleri arasındaki boşlukların çok olduğunu belirterek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %41,5 iken son testte %14,6 ve gecikmiş testte %19,5'tir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %36,6 iken son testte %19,6 ve gecikmiş testte %17'dir.

Testin ikinci bölümünün dört, beş, altı ve yedinci soruları taneciklerin hareketi ile ilgilidir. Dördüncü soruda katı ve sıvı ve gaz haldeki bütün maddelerin taneciklerinin hareketli olduğunu belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %87,7 iken son testte %51,2 ve gecikmiş testte %39'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %95,1 iken son testte %90,2 ve gecikmiş testte %73,1'dir. Yalnız gazların taneciklerinin hareketli olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %34,1 iken son testte %14,6 ve gecikmiş testte %7,3'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte ve son testte %22 iken gecikmiş testte %9,8'dir. Sadece sıvı ve gazların taneciklerinin hareketli olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %24,4 iken son

testte %29,3 ve gecikmiş testte %24,4'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %43,9 iken son testte %46,3 ve gecikmiş testte %51,2'dir.

Testin ikinci bölümünün beşinci sorusunda katı, sıvı ve gaz haldeki bütün maddelerin taneciklerinin titreşim hareketi yaptığını belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %82,9 iken son testte %58,5 ve gecikmiş testte %51,2'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %95,2 iken son testte ve gecikmiş testte %58,6'dır. Sadece katıların taneciklerinin titreşim hareketi yaptığı alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %12,2 iken son testte %36,6 ve gecikmiş testte %26,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %12,2 iken son testte %9,8 ve gecikmiş testte %51,2'dir. Yalnız sıvıların taneciklerinin titreşim hareketi yaptığı alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %31,7 iken son testte %2,4 ve gecikmiş testte %9,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %31,7 iken son testte %9,8 ve gecikmiş testte %17,1'dir.

Testin ikinci bölümünün altıncı sorusunda sıvı ve gaz haldeki maddelerin taneciklerinin öteleme hareketi yaptığını belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %78,1 iken son testte %31,7 ve gecikmiş testte %39'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %65,8 iken son testte %36,6 ve gecikmiş testte %31,8'dir. Sadece sıvı taneciklerinin öteleme hareketi yaptığı alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %22 iken son testte %7,3 ve gecikmiş testte %12,2'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %29,3 iken son testte %12,2 ve gecikmiş testte %4,9'dur. Yalnız gaz taneciklerinin titreşim hareketi yaptığı alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %26,8 iken son testte %7,3 ve gecikmiş testte %4,9'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %14,6 iken son testte %12,2 ve gecikmiş testte %12,2'dir.

Testin ikinci bölümünün yedinci sorusunda sadece gaz haldeki maddelerin taneciklerinin birbirinden tamamen bağımsız hareket ettiğini belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %41,6 iken son testte %19,5 ve gecikmiş testte %29,2'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %53,6 iken son testte %19,5 ve gecikmiş testte %31,8'dir. Sekizinci soruda ise sadece katı haldeki maddelerin taneciklerinin düzenli sıralanmış olduğunu belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %39 iken son testte %7,2 ve gecikmiş testte %17,1'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %41,4 iken son testte %12,1 ve gecikmiş testte %24,3'tür.

4. 3. 2. 2. Maddelerin Makroskopik Özellikleri ile İlgili Bulgular

KCGKT'nin ikinci bölümündeki maddelerin makroskopik özellikleri ile ilgili yargılara verilen cevapların yüzde dağılımları Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 42. KCGT'nin İkinci Bölümü Makroskopik Özellikler İle İlgili Cevaplar

	9. Belirli bir kütlesi vardır	10. Belirli bir hacmi vardır	11. Belirli bir şekli vardır	12.Bulundu kları kabın şeklini alırılar	13.Bulundu kları kabı tamamen doldururlar	14.Bulunduklar ı kabın her tarafına basınç uygularlar	15.A kıcıd ırlar	16. Sıkıştırıla bilirler	
DENEY GRUBU	Yalnız Katı	46,3	46,3	61*	4,9	4,9	7,3	4,9	14,6
	Yalnız Sıvı	4,9	9,8	9,8	46,3	26,8	12,2	53,7	9,8
	Yalnız Gaz	7,3	2,4	4,9	7,3	26,8*	51,2*	4,9	26,8*
	ÖT (%) Katı - Sıvı	24,4	22*	12,2	7,3	9,8	4,9	7,3	4,9
	Katı -Gaz	12,2	2,4	4,9	2,4	7,3	2,4	4,9	9,8
	Sıvı - Gaz	2,4	2,4	-	29,3*	24,4	17,1	24,4*	22
	Katı-Sıvı-Gaz	2,4*	9,8	7,3	-	-	2,4	-	12,2
DENEY GRUBU	Yalnız Katı	22	24,4	87,8*	2,4	4,9	4,9	-	2,4
	Yalnız Sıvı	2,4	9,8	2,4	29,3	14,6	9,8	29,3	4,9
	Yalnız Gaz	-	2,4	2,4	2,4	63,4*	65,9*	2,4	78,0*
	ST (%) Katı - Sıvı	26,8	41,5*	2,4	2,4	-	-	-	-
	Katı -Gaz	-	-	-	2,4	-	-	-	-
	Sıvı - Gaz	-	2,4	4,9	58,5*	14,6	12,2	68,3*	12,2
	Katı -Sıvı -Gaz	48,8*	14,6	-	-	2,4	-	-	2,4
DENEY GRUBU	Yalnız Katı	29,3	24,4	87,8*	7,3	-	9,8	-	-
	Yalnız Sıvı	2,4	4,9	2,4	31,7	9,8	4,9	26,8	4,9
	Yalnız Gaz	4,9	2,4	2,4	-	68,3*	61*	2,4	78*
	GT (%) Katı - Sıvı	31,7	39*	2,4	-	-	-	-	-
	Katı -Gaz	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sıvı - Gaz	4,9	4,9	4,9	61*	22	19,5	70,7*	14,6
	Katı -Sıvı -Gaz	26,8*	24,4	-	-	-	4,9	-	2,4
DENEY GRUBU	Yalnız Katı	46,3	46,3	61*	4,9	4,9	7,3	4,9	14,6
	Yalnız Sıvı	4,9	9,8	9,8	46,3	26,8	12,2	53,7	9,8
	Yalnız Gaz	7,3	2,4	4,9	7,3	26,8*	51,2*	4,9	26,8*
	ÖT (%) Katı - Sıvı	24,4	22*	12,2	7,3	9,8	4,9	7,3	4,9
	Katı -Gaz	12,2	2,4	4,9	2,4	7,3	2,4	4,9	9,8
	Sıvı - Gaz	2,4	2,4	-	29,3*	24,4	17,1	24,4*	22
	Katı -Sıvı -Gaz	2,4*	9,8	7,3	-	-	2,4	-	12,2
KONTROL GRUBU	Yalnız Katı	51,2	19,5	78,0*	4,9	9,8	14,6	9,8	4,9
	Yalnız Sıvı	7,3	9,8	7,3	41,5	24,4	22	51,2	12,2
	Yalnız Gaz	2,4	9,8	7,3	9,8	24,4*	41,5*	2,4	56,1*
	ST (%) Katı - Sıvı	26,8	39*	4,9	-	-	-	-	-
	Katı -Gaz	-	2,4	-	-	2,4	-	-	-
	Sıvı - Gaz	-	4,9	2,4	41,5*	36,6	22	36,6*	22
	Katı-Sıvı-Gaz	12,2*	12,2	-	-	2,4	-	-	4,9
KONTROL GRUBU	Yalnız Katı	43,9	26,8	78*	-	7,3	12,2	4,9	2,4
	Yalnız Sıvı	7,3	17,1	4,9	41,5	24,4	7,3	53,7	4,9
	Yalnız Gaz	7,3	7,3	-	2,4	26,8*	43,9*	-	63,4*
	GT (%) Katı - Sıvı	26,8	41,5*	9,8	7,3	2,4	4,9	2,4	-
	Katı -Gaz	2,4	2,4	4,9	-	2,4	2,4	2,4	2,4
	Sıvı - Gaz	2,4	2,4	2,4	48,8*	36,6	22	36,6*	24,4
	Katı-Sıvı-Gaz	9,8*	-	-	-	-	4,9	-	2,4

Tablo 42'de görüldüğü gibi KCGKT'nin ikinci bölümünün dokuzuncu sorusunda katı, sıvı ve gaz haldeki bütün maddelerin belirli bir kütlesi olduğunu belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı, diğer cevapların toplamı, deney grubunda ön testte %97,5 iken, son testte %51,2 ve gecikmiş testte %73,2'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %95,1 iken, son testte %87,1 ve gecikmiş testte %90,1'dir. Sadece katıların belirli bir kütlesi olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %46,3 iken son testte %22 ve gecikmiş testte %29,3'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %61 iken, son testte %51,2 ve gecikmiş testte %43,9'dur. Yalnız katı ve sıvıların belirli bir kütlesi olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %24,4 iken, son testte %26,8 ve gecikmiş testte %31,7'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %12,2 iken son testte ve gecikmiş testte %26,8'dir.

Onuncu soru katı, sıvı ve gaz haldeki bütün maddelerin belirli bir hacmi olduğunu belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %73,1 iken, son testte %53,6 ve gecikmiş testte %61'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %95 iken, son testte %58,6 ve gecikmiş testte %56'dır. Sadece katıların belirli bir hacminin olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %46,3 iken, son testte ve gecikmiş testte %24,4'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %46,3 iken son testte %19,5 ve gecikmiş testte %26,8'dir.

Testin on birinci sorusunda sadece katı haldeki maddelerin belirli bir şekli olduğunu belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %39,1 iken, son testte ve gecikmiş testte %12,1'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %34 iken, son testte %21,9 ve gecikmiş testte %22'dir. On ikinci soruda ise sıvı ve gaz haldeki maddelerin belirli bir şekli olmadığını belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %68,2 iken, son testte %38,9 ve gecikmiş testte %39'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %63,3 iken, son testte %56,2 ve gecikmiş testte %51,2'dir. Sadece sıvıların buldukları kabın şeklini aldığı alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %46,3 iken son testte %29,3 ve gecikmiş testte %31,7'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %34,1 iken son testte ve gecikmiş testte %41,5'tir.

On üçüncü soruda sadece gaz haldeki maddelerin buldukları kabı tamamen doldurduğunu belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %73,2 iken son testte %36,5 ve gecikmiş testte %31,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %80,4 iken son testte %75,6 ve gecikmiş

testte %73,1'dir. Sadece sıvıların buldukları kabı tamamen doldurduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %26,8 iken son testte %14,6 ve gecikmiş testte %9,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %36,6 iken son testte ve gecikmiş testte %24,4'tir. On dördüncü soruda sadece gaz haldeki maddelerin buldukları kabın her tarafına basınç uyguladığını belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %46,3 iken son testte %26,9 ve gecikmiş testte %39,1'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %70,8 iken son testte %58,6 ve gecikmiş testte %53,7'dir. Sıvı ve gazların buldukları kabın her tarafına basınç uygulayacağı alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %17,1 iken son testte %12,2 ve gecikmiş testte %19,5'tir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %29,3 iken son testte ve gecikmiş testte %22'dir.

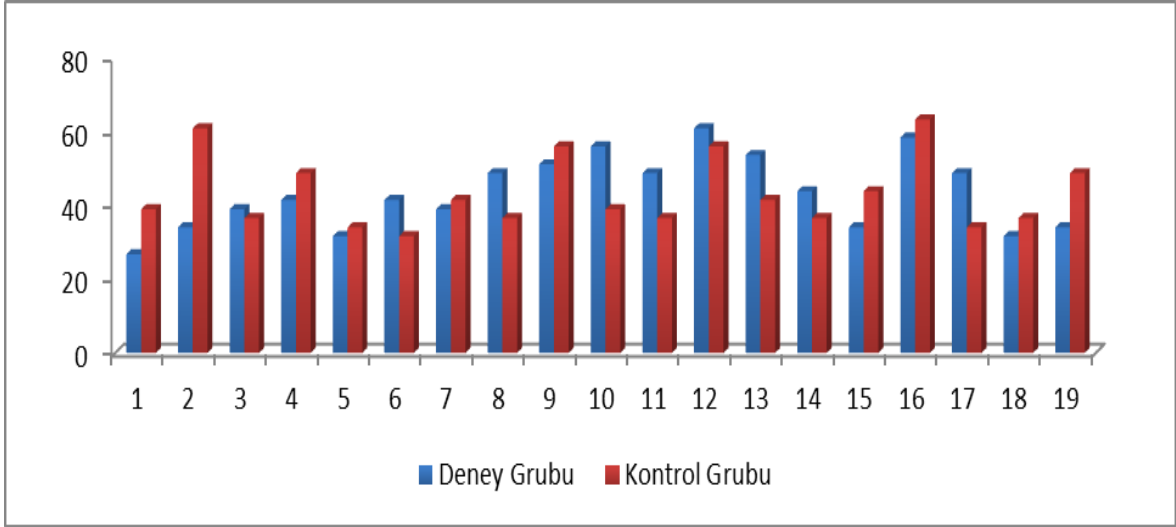
Testin on beşinci sorusunda sıvı ve gaz haldeki maddelerin akıcı olduğunu belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %75,7 iken son testte %31,7 ve gecikmiş testte %29,2'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %85,4 iken son testte ve gecikmiş testte %63,4'tür. Sadece sıvıların akıcı olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %53,7 iken son testte %29,3 ve gecikmiş testte %29,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %65,9 iken son testte %51,2 ve gecikmiş testte %53,7'dir.

Testin on altıncı ve son sorusunda ise sadece gaz haldeki maddelerin sıkıştırılabilir olduğunu belirtemeyerek alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %73,3 iken son testte ve gecikmiş testte %21,9'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %63,4 iken son testte %44 ve gecikmiş testte %36,5'tir. Sıvı ve gazların sıkıştırılabildiği alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %22 iken son testte %12,2 ve gecikmiş testte %14,6'dır. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte ve son testte %22 ve gecikmiş testte %24,4'tür.

4. 3. 3. KCGKT'nin III. Bölümünden Elde Edilen Bulgular

KCGKT'nin üçüncü bölümünden fiziksel ve kimyasal değişimlerin mikroskobik ve makroskobik özellikleri ile ilgili elde edilen bulgular aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur. Öncesinde, deney ve kontrol grubunda ön test, son test ve gecikmiş test uygulamalarında alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin yüzde dağılımları karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

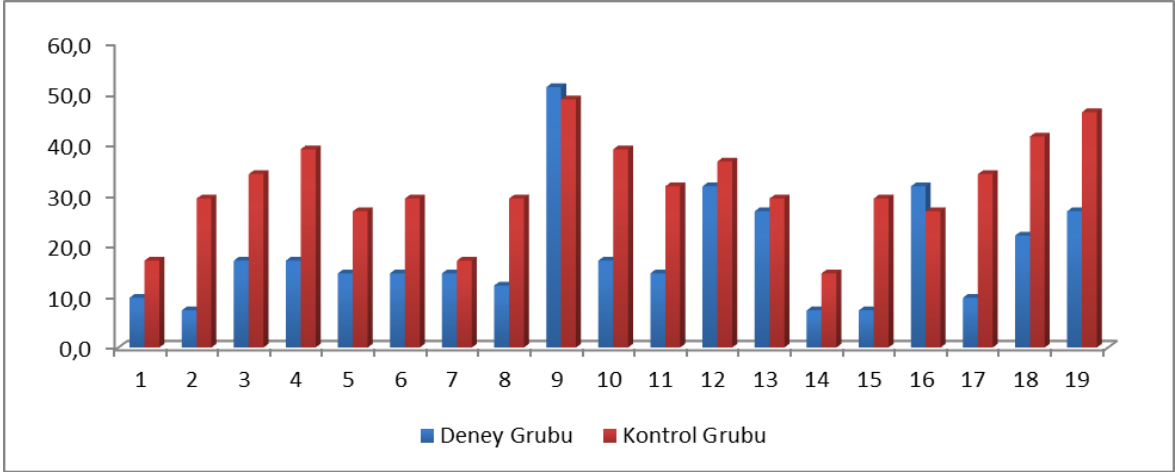
Deney ve kontrol grubunda KCGKT'nin üçüncü bölümünün ön test uygulamasında alternatif kavrama içeren cevap veren öğrencilerin yüzde dağılımları Grafik 9'da gösterilmiştir.



Grafik 9. KCGKT'nin üçüncü bölümü ön test uygulamasında alternatif kavramaya sahip öğrencilerin yüzde dağılımı

Grafik 9'da görüldüğü gibi bazı yargılarda deney grubu öğrencilerindeki alternatif kavramaları daha fazla iken bazı yargılarda ise kontrol grubu öğrencilerindeki alternatif kavramalar daha fazladır. İkinci yargı haricindeki yargılarda deney ve kontrol grubu öğrencilerinde alternatif kavrama içeren cevap veren öğrenci yüzdeleri birbirine yakındır.

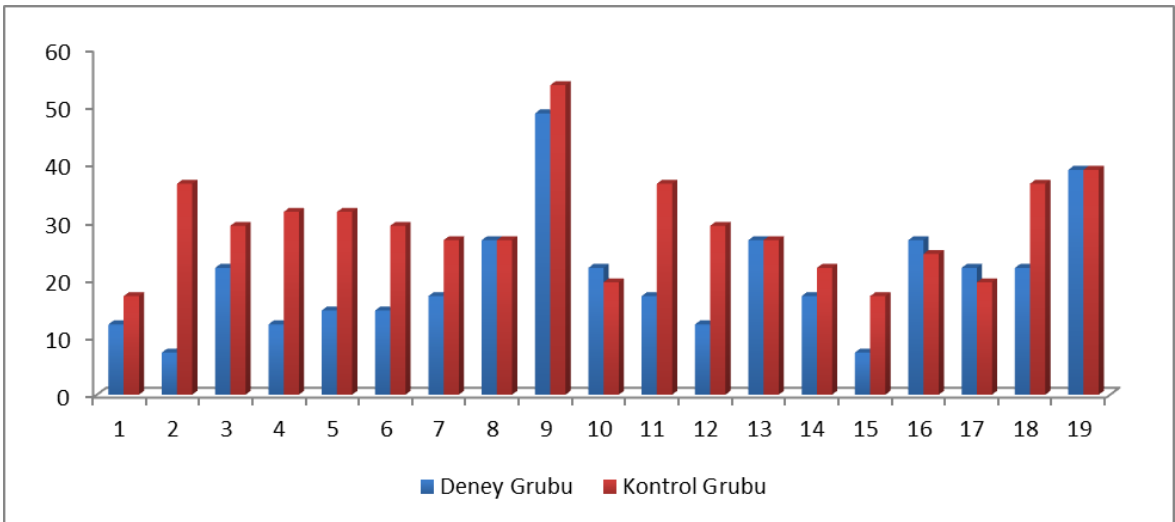
Deney ve kontrol grubunda KCGKT'nin üçüncü bölümünün son test uygulamasında alternatif kavrama içeren seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzde dağılımları Grafik 10'da gösterilmiştir.



Grafik 10. KCGKT'nin üçüncü bölümü son test uygulamasında alternatif kavramaya sahip öğrencilerin yüzde dağılımı

Grafik 10'da görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin alternatif kavramalara sahip olma düzeyleri 9. ve 16. yargılar hariç kontrol grubu öğrencilerinden daha azdır. Yargıların çoğunda deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında belirgin bir fark vardır.

Deney ve kontrol grubunda KCGKT'nin üçüncü bölümünün gecikmiş test uygulamasında alternatif kavrama içeren seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzde dağılımları Grafik 11'de gösterilmiştir.



Grafik 11. KCGKT'nin üçüncü bölümü gecikmiş test uygulamasında alternatif kavramaya sahip öğrencilerin yüzde dağılımı

Grafik 11'de görüldüğü gibi kontrol grubu öğrencilerinin alternatif kavramalara sahip olma düzeyleri 10., 16. ve 17. yargılar hariç, deney grubu öğrencilerinden daha fazladır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin, KCGKT'nin üçüncü bölümündeki yargılara verdikleri cevaplarının yüzdelik dağılımları Tablo 43'te verilmiştir.

Tablo 43. KCGKT III. Bölümü Deney ve Kontrol Grubu Cevapları

YARGILAR	ÖN TEST				SON TEST				GECİKMIŞ TEST			
	Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	FD	KD	FD	KD	FD	KD	FD	KD	FD	KD	FD	KD
1. Tanecikler yaklaşır	68,3*	26,8	61*	39	90,2*	9,8	78,0*	17,1	87,8*	12,2	82,9*	17,1
2. Tanecikler uzaklaşır	63,4*	34,1	34,1*	61	92,7*	7,3	70,7*	29,3	92,7*	7,3	61,0*	36,6
3. Tanecikler hızlanır	58,5*	39	56,1*	36,6	80,5*	17,1	65,9*	34,1	78,0*	22,0	65,9*	29,3
4. Tanecikler yavaşlar	56,1*	41,5	43,9*	48,8	80,5*	17,1	58,5*	39,0	87,8*	12,2	68,3*	31,7
5. Atomlar molekül oluşturur	31,7	68,3*	34,1	65,9*	14,6	85,4*	26,8	73,2*	14,6	85,4*	31,7	65,9*
6. Moleküller atomlarına ayrılır	41,5	58,5*	31,7	63,4*	14,6	85,4*	29,3	70,7*	14,6	80,5*	29,3	65,9*
7. Elementlerden bileşik oluşur	39	51,2*	41,5	51,2*	14,6	85,4*	17,1	80,5*	17,1	82,9*	26,8	68,3*
8. Bileşikler elementlerine ayrılır	48,8	41,5*	36,6	61*	12,2	85,4*	29,3	68,3*	26,8	73,2*	26,8	68,3*
9. Karışım olur	43,9*	51,2	41,5*	56,1	43,9*	51,2	51,2*	48,8	48,8*	48,8	36,6*	53,7
10. Katılar erir	36,6*	56,1	43,9*	39	80,5*	17,1	61,0*	39,0	78,0*	22,0	78,0*	19,5
11. Sıvılar donar	48,8*	48,8	56,*1	36,6	85,4*	14,6	63,4*	31,7	82,9*	17,1	58,5*	36,6
12. Sıvılar buharlaşır	34,1*	61	39*	56,1	68,3*	31,7	61,0*	36,6	87,8*	12,2	68,3*	29,3
13. Gazlar yoğunlaşır	41,5*	53,7	51,2*	41,5	73,2*	26,8	65,9*	29,3	73,2*	26,8	70,7*	26,8
14. Maddeler soğutulur	51,2*	43,9	58,5*	36,6	92,7*	7,3	80,5*	14,6	82,9*	17,1	70,7*	22,0
15. Maddeler sıkıştırılır	58,5*	34,1	48,8*	43,9	92,7*	7,3	65,9*	29,3	92,7*	7,3	82,9*	17,1
16. Maddeler ısıtılır	36,6*	58,5	31,7*	63,4	65,9*	31,7	70,7*	26,8	70,7*	26,8	73,2*	24,4
17. Maddeler yanar	48,8	51,2*	34,1	63,4*	9,8	90,2*	34,1	63,4*	22,0	78,0*	19,5	80,5*
18. Katı maddeler parçalanır	65,9*	31,7	61*	36,6	78,0*	22,0	58,5*	41,5	78,0*	22,0	61,0*	36,6
19. Katı maddeler öğütülür	63,4*	34,1	51,2*	48,8	70,7*	26,8	51,2*	46,3	61,0*	39,0	58,5*	39,0

*Doğru cevap yüzdeleri, FD: Fiziksel Değişim, KD: Kimyasal Değişim.

Tablo 43'te verilen bulgular mikroskobik düzey ve makroskobik düzey olmak üzere aşağıda iki başlık halinde sunulmuştur.

4. 3. 3. 1. Mikroskobik Düzeyde Meydana Gelen Değişimlerle İlgili Bulgular

Bu bölümde taneciklerin yaklaşması, uzaklaşması, hızlanması, yavaşlaması, atomların molekül oluşturması ve moleküllerin atomlarına ayrılması ile ilgili KCGKT'nin üçüncü bölümünden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 43'te görüldüğü gibi testin birinci sorusunda, taneciklerin yaklaşmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %26,8 iken son testte %9,8 ve gecikmiş testte %12,2'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %39 iken son testte %17,1 ve gecikmiş testte %17,1'dir. İkinci soruda ise taneciklerin uzaklaşmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %34,1 iken son testte ve gecikmiş testte %7,3'tür. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %61 iken son testte %29,3 ve gecikmiş testte %36,6'dır.

Testin üçüncü sorusunda taneciklerin hızlanmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %39 iken son testte %17,1 ve gecikmiş testte %22'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %36,6 iken son testte %34,1 ve gecikmiş testte %29,3'tür. Dördüncü soruda ise taneciklerin yavaşlamasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %41,5 iken son testte %17,1 ve gecikmiş testte %12,2'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %48,8 iken son testte %39 ve gecikmiş testte %31,7'dir.

Testin beşinci sorusunda atomların molekül oluşturmasının fiziksel değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %31,7 iken son testte ve gecikmiş testte %14,6'dır. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %34,1 iken son testte %26,8 ve gecikmiş testte %31,7'dir. Altıncı soruda ise moleküllerin atomlarına ayrılmasının fiziksel değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %41,5 iken son testte ve gecikmiş testte %14,6'dır. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %31,7 iken son testte ve gecikmiş testte %29,3'tür.

4. 3. 3. 2. Makroskobik Düzeyde Meydana Gelen Değişimlerle İlgili Bulgular

Bu bölümde elementlerden bileşik oluşumu, bileşiklerin elementlerine ayrılması, karışım oluşturulması, hal değişimleri, ısıtma, soğutma, yanma, sıkıştırma, parçalama ve öğütme olayları ile ilgili kısa cevap gerektiren testin üçüncü bölümünden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 43'te görüldüğü gibi testin yedinci sorusunda, elementlerin bileşik oluşturmasının fiziksel değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %39 iken son testte %14,6 ve gecikmiş testte %17,1'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %41,5 iken son testte %17,1 ve gecikmiş testte %26,8'dir. Sekizinci soruda bileşiklerin elementlerine ayrılmasının fiziksel değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %48,8 iken son testte %12,2 ve gecikmiş testte %26,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %36,6 iken son testte %29,3 ve gecikmiş testte %26,8'dir. Dokuzuncu soruda ise karışım oluşturulmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %51,2 iken son testte %51,2 ve gecikmiş testte %48,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %56,1 iken son testte %48,8 ve gecikmiş testte %53,7'dir.

Testin onuncu sorusunda katı haldeki maddelerin erimesinin kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %56,1 iken son testte %17,1 ve gecikmiş testte %22'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte ve son testte %39 ve gecikmiş testte %19,5'tir. On birinci soruda sıvı haldeki maddelerin donmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %48,8 iken son testte %14,6 ve gecikmiş testte %17,1'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %36,6 ve son testte %31,7 ve gecikmiş testte %36,6'dır. On ikinci soruda sıvı haldeki maddelerin buharlaşmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %61 iken son testte %31,7 ve gecikmiş testte %12,2'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %56,1 ve son testte %36,6 ve gecikmiş testte %29,3'tür. On üçüncü soruda gaz haldeki maddelerin yoğunlaşmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %53,7 iken son testte ve gecikmiş testte %26,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %41,5 ve son testte %29,3 ve gecikmiş testte %26,8'dir.

Testin on dördüncü sorusunda maddelerin soğutulmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %43,9 iken son testte %7,3 ve gecikmiş testte %17,1'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte

%36,6 ve son testte %14,6 ve gecikmiş testte %22'dir. On altıncı soruda maddelerin ısıtılmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %58,5 iken son testte %31,7 ve gecikmiş testte %26,8'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %63,4 ve son testte %26,8 ve gecikmiş testte %24,4'tür. On yedinci soruda ise maddelerin yanmasının fiziksel değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %48,8 iken son testte %9,8 ve gecikmiş testte %22'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %34,1 ve son testte %34,1 ve gecikmiş testte %19,5'tir.

Maddelerin sıkıştırılması ile ilgili testin on beşinci sorusunda maddelerin sıkıştırılmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %34,1 iken son testte %7,3 ve gecikmiş testte %17,1'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %43,9 ve son testte %29,3 ve gecikmiş testte %17,1'dir. On sekizinci soruda maddelerin kırılıp parçalanmasının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %31,7 iken son testte ve gecikmiş testte %22'dir. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %36,6 ve son testte %41,5 ve gecikmiş testte %36,6'dır. On dokuzuncu soruda ise katı maddelerin öğütülmesinin kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte %34,1 iken son testte %26,8 ve gecikmiş testte %39'dur. Bu oran kontrol grubu öğrencilerinde ön testte %48,8 ve son testte %46,3 ve gecikmiş testte %39'dur.

Yukarıda belirtilen, KCGKT III. bölümünde deney ve kontrol grubunda rastlanan alternatif kavramalar ve bu alternatif kavramalara sahip olan öğrencilerin ön test, son test ve gecikmiş testteki yüzdeler oranları Tablo 44'te gösterilmiştir.

Tablo 44. KCGKT'nin III. Bölümünde Öğrencilerin Sahip Oldukları Alternatif Kavramalar ve Yüzdeler Oranları

Alternatif Kavramalar	Ön Test (%)		Son Test (%)		Gecikmiş Test (%)	
	DG	KG	DG	KG	DG	KG
1. Tanecikler yaklaşırsa maddelerin kimliği değişir.	26,8	39	9,8	17,1	12,2	17,1
2. Tanecikler uzaklaşırsa maddelerin kimliği değişir.	34,1	61	7,3	29,3	7,3	36,6
3. Tanecikler hızlanırsa maddelerin kimliği değişir.	39	36,6	17,1	34,1	22,0	29,3
4. Tanecikler yavaşlırsa maddelerin kimliği değişir.	41,5	48,8	17,1	39,0	12,2	31,7
5. Atomlar molekül oluşturursa maddelerin kimliği değişmez.	31,7	34,1	14,6	26,8	14,6	31,7
6. Moleküller atomlarına ayrılırsa maddelerin kimliği değişmez.	41,5	31,7	14,6	29,3	14,6	29,3
7. Elementlerden bileşik oluşunca maddelerin kimliği değişmez.	39	41,5	14,6	17,1	17,1	26,8
8. Bileşikler elementlerine ayrılınca maddelerin kimliği değişmez.	48,8	36,6	12,2	29,3	26,8	26,8
9. Karışım olunca maddelerin kimliği değişir.	51,2	56,1	51,2	48,8	48,8	53,7
10. Katı maddeler erirse maddelerin kimliği değişir.	56,1	39	17,1	39,0	22,0	19,5
11. Sıvı maddeler donarsa maddelerin kimliği değişir.	48,8	36,6	14,6	31,7	17,1	36,6
12. Sıvı maddeler buharlaşırsa maddelerin kimliği değişir.	61	56,1	31,7	36,6	12,2	29,3
13. Gaz maddeler yoğunlaşırsa maddelerin kimliği değişir.	53,7	41,5	26,8	29,3	26,8	26,8
14. Maddeler soğutulursa maddelerin kimliği değişir.	43,9	36,6	7,3	14,6	17,1	22,0
15. Maddeler sıkıştırılırsa maddelerin kimliği değişir.	34,1	43,9	7,3	29,3	7,3	17,1
16. Maddeler ısıtılırsa maddelerin kimliği değişir.	58,5	63,4	31,7	26,8	26,8	24,4
17. Maddeler yanarsa maddelerin kimliği değişmez.	48,8	34,1	9,8	34,1	22,0	19,5
18. Katı maddeler kırılır-parçalanırsa maddelerin kimliği değişir.	31,7	36,6	22,0	41,5	22,0	36,6
19. Katı maddeler öğütülürse maddelerin kimliği değişir.	34,1	48,8	26,8	46,3	39,0	39,0

*DG: Deney Grubu KG: Kontrol Grubu

Tablo 44'te KCGKT'nin III. Bölümünden elde edilen deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sahip oldukları mikroskopik ve makroskopik seviyedeki fiziksel ve kimyasal değişimlerle ilgili alternatif kavramalar ve yüzdeler dağılımları görülmektedir.

4. 4. Öğrenci Mülakatlarından Elde Edilen Bulgular

Mülakatlarla, öğrencilerin anlamalarını belirlemek ve kavramsal yapılarındaki farklılaşma düzeyini tespit etmek amacıyla uygulanan testlere verilen cevaplar derinlemesine araştırılmıştır. Ağırlıklı olarak öğrencilerden mikroskopik düzeyde meydana gelen değişimlerle ilgili verilen çizimleri tamamlamaları ve çizimlerini açıklamaları istenmiştir. Mülakatlar MTYKT sonuçlarına göre kavramsal yapılarındaki farklılaşmanın en üst (Ü), orta (O) ve en alt (A) düzeyde gerçekleştiği her düzeyden 2'şer, deney ve kontrol

gruplarından 6'şar öğrenci olmak üzere toplam 12 öğrenci ile bireysel ve grup mülakatları şeklinde yürütülmüştür. Cevaplar kategoriler oluşturularak sunulmuş ve öğrenci çizimlerine yer verilmiştir. Elde edilen bulgular verilirken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Deney grubu “D”, Kontrol grubu “K” ile araştırmacı (mülakatçı) “A” ile gösterilmiştir. Örneğin, DÜ1'in açılımı “Deney grubundan, üst düzeyden birinci öğrenci” şeklindedir.

Mülakatların analizinde “Anlama”, “Kısmi Anlama”, “Alternatif Kavrama” ve “Anlamama” kategorileri, çizimlerin analizinde ise “Tanecikli”, “Tanecikli hatalı”, “Sürekli” ve “Cevapsız” kategorileri kullanılmıştır.

Mülakatın birinci sorusunda öğrencilerden içi hava dolu bir şırıngadaki hava taneciklerinin şeklinin sıkıştırılmadan önce ve sonra çizilmesi ve taneciklerde ne gibi değişimlerin olduğunu açıklamaları istenmiştir. Mülakatın birinci sorusundan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çizimlerine ve açıklamalarına ait kategoriler Tablo 45'te verilmiştir.

Tablo 45. Mülakatın 1. Sorusuna Ait Öğrencilerin Çizim ve Açıklamaları

İçerik	Kategoriler	Öğrenciler
Çizim	Tanecikli	DÜ1, DÜ2, KÜ1, KÜ2, DO1, DO2, DA1, DA2, KA1
	Tanecikli hatalı	KO1, KO2, KA1, KA2
	Sürekli	-
	Cevapsız	-
Açıklama	Anlama	DÜ1, DÜ2, KÜ1, KÜ2, DO1, DO2, KO1, DA1, DA2
	Kısmi Anlama	-
	Alternatif Kavrama	KO2, KA1, KA2
	Anlamama	-

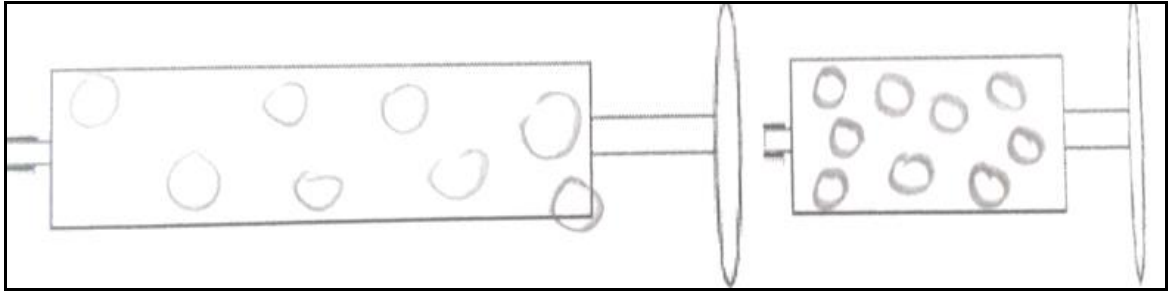
Çoğu öğrencilerin yaptıkları çizimlerde, sıkıştırılmadan önce ve sıkıştırıldıktan sonra tanecik sayısında ve taneciklerin büyüklüğünde küçük çaplı değişimler görülmüştür. Tanecik sayısındaki bir-iki fark ve belirgin olmayan büyüklük farklılıkları dikkatsizlik olarak değerlendirilmiş ve değerlendirmede göz ardı edilmiştir. Zira öğrencilerin bu şekilde çizimlerinin nedeni sorulduğunda çoğunluğu, dikkat etmediklerini, öylesine çizdiklerini fakat tanecik sayısında ve büyüklüğünde değişme olmayacağını belirtmişlerdir. Şekil 35'teki çizimi yapan ve sıkıştırılan şırıngadaki gaz taneciklerini daha küçük ve daha fazla sayıda çizen KO1'in verdiği cevapların bir bölümü aşağıda sunulmuştur.

- ...
- A : Çiziminde neye dikkat ettin?
- KO1 : Tanecikler arasındaki boşluklar azaldı.

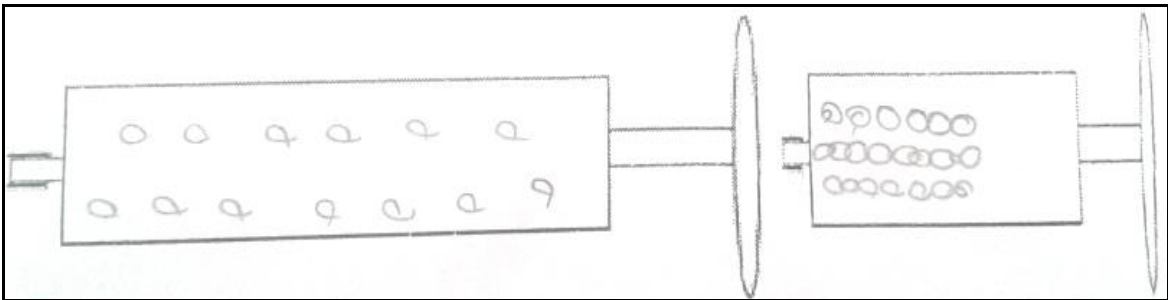
- A : Taneciklerin sayısı?
 KO1 : Sayıları değişmedi.
 A : Sıkıştırılmadan önce 8 idi, 9 olmuş, bir artmış çiziminde.
 KO1 : Çok dikkat etmedim ama sayı değişmez.
 A : Peki ya taneciklerin büyüklüğü?
 KO1 : Büyüklük de değişmez.
 A : Çiziminde sıkıştırılınca küçülmüşler?
 KO1 : Yok, taneciğin şekli değişmez, sadece aradaki boşluk değişir.
 A : Küçük çizmişsin?
 KO1 : Onlara çok dikkat etmedim aslında.
 A : Rastgele çizdin, bilinçli olarak çizmedin yani?
 KO1 : Yok bilinçli olarak değil de, sadece siz aralarındaki boşluğa bakarsınız diye.
 A : Taneciklerin başka bir özelliğinde değişim olur mu?
 KO1 : Hayır sadece boşluklarında.

Şırınga sıkıştırılmadan önce tanecikleri fazla boşluklu, sıkıştırıldıktan sonra az boşluklu çizen ve tanecik sayısında ve büyüklüğünde belirgin farklılıklar olmayan DÜ1, DÜ2, KÜ1, KÜ2, DO1, DO2, DA1 ve DA2'nin çizimleri "Tanecikli" kategorisine dahi edilmiştir.

Hava sıkıştırıldıktan sonra tanecikleri belirgin şekilde küçük çizen KO1'in ve sıkıştırılan hava tanecikleri temas halinde çizen KO2, KA1 ve KA2'nin çizimleri "Tanecikli Hatalı" kategorisine dahil edilmiştir. KO1 ve KA1'nin çizimleri Şekil 21 ve Şekil 22'de verilmiştir.

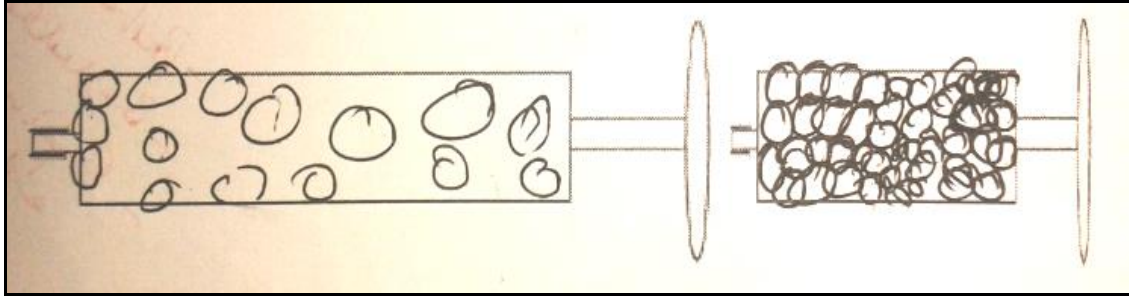


Şekil 21. KO1'in mülakatın 1. sorusuna yaptığı çizim



Şekil 22. KA1'nin mülakatın 1. sorusuna yaptığı çizim

KO2, KA1 ve KA2 yaptıkları çizimlerde sıkıştırılan hava taneciklerinin katı tanecikleri gibi düzenli ve sıkı bir dizilime sahip olacağına inanmaktadır. KO2, KA2 ve KA1 “Alternatif Kavrama” kategorisine dahil edilen açıklamalarında, KO2 ve KA1 şırınga içerisindeki hava taneciklerinin katı gibi birleşeceğini, KO2 taneciklerin küçüleceğini, KA2 ise taneciklerin katı tanecikleri gibi dizilmesinin yanı sıra taneciklerin büyüklüğünün azalacağını fakat sayısının artacağını belirtmiştir. KA2'nin çizimi Şekil 23'te ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.



Şekil 23. KA2'nin mülakatın 1. sorusuna yaptığı çizim

A : Çiziminde neye dikkat ettin?

KO1 : Taneciklere

A : Sıkıştırılan hava taneciklerinde nasıl bir değişiklik olur?

KA2 : Hava tanecikleri sıkışınca küçülür, sayıları çoğalır. Daha çok hava taneciği olur.

A : Tanecikler nasıl küçülür?

KA2 : Sıkışınca küçülür.

A : Tanecikler nasıl çoğalır?

KA2 : Bölünerek bir tanesi iki tane olur.

Mülakatın birinci sorusuna yapılan açıklamalarda DÜ1, DÜ2, KÜ1, KÜ2, DO1, DO2, KO1, DA1 ve DA2 sıkıştırılan şırıngadaki hava tanecikleri arasındaki boşlukların azalacağını fakat taneciklerin sayısında ve şeklinde herhangi bir değişim olmayacağını ifade eden “Anlama” kategorisinde açıklamalarda bulunmuştur.

Mülakatın ikinci sorusunda öğrencilerden elektrik tellerinin kışın gergin, yazın ise gevşek olmasının sebebini açıklamaları ve gergin ve gevşek teldeki tanecikleri çizerek göstermeleri istenmiştir. Mülakatın ikinci sorusundan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çizimlerine ve açıklamalarına ait kategoriler Tablo 46'da verilmiştir.

Tablo 46. Mülakatın 2. Sorusuna Ait Öğrencilerin Çizim ve Açıklamaları

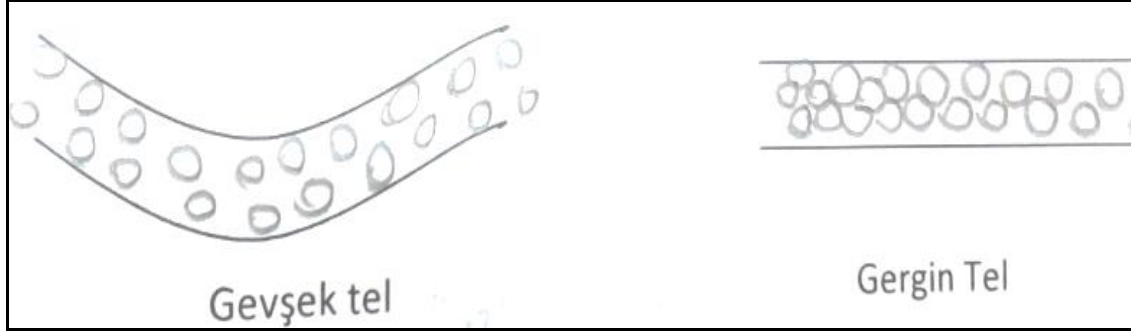
İçerik	Kategoriler	Öğrenciler
Çizim	Tanecikli	DA1
	Tanecikli hatalı	DÜ1, DÜ2, KÜ1, KÜ2, DA2, DO1, KO1, KO2, KA2
	Sürekli	
	Cevapsız	KA1, DO2
Açıklama	Anlama	DÜ1, KÜ1, DO1, DO2, KO2, DA1, DA2
	Kısmi Anlama	KO1
	Alternatif Kavrama	DÜ2, KÜ2, KA2
	Anlamama	KA1

Tablo 46’da görüldüğü gibi mülakata katılan öğrencilerden sadece DA1 gergin ve gevşek tel için katı bir maddeye ait tanecikleri düzenli ve temas halinde ya da çok yakın gösteren kabul edilebilir tanecikli gösterimde bulunmuştur. KA1 ve DO2 ise tanecikli gösterimde bulunmamıştır. Diğer öğrencilerin tamamı “tanecikli hatalı” kategorisine giren gösterimlerde bulunmuştur. Bu öğrenciler maddenin katı halindeki düzenli ve sıkı tanecik dizilimini göz ardı etmiştir. “Tanecikli hatalı” kategorisine dahil edilen gösterimlerde gergin ve gevşek telde taneciklerin birbiri ile temas halinde olduğu ve olmadığı çizimler ile taneciklerin düzenli ve düzensiz olduğu çizimler Tablo 47’de detaylı olarak gösterilmiştir.

Tablo 47. Mülakatın 2. Sorusuna “Tanecikli Hatalı” Kategorisinde Çizim Yapan Öğrencilerin Çizimlerinin Detayları

	Gergin tel		Gevşek Tel	
	Temassız	Temas halinde	Temassız	Temas halinde
Düzenli	KA1, KA2	DÜ2, KÜ2, DO1, KO1, KO2, DA2	DÜ2, DO1, KO2, KA2	KÜ2
Düzensiz	KÜ1	DÜ1	DÜ1, KÜ1, KO1, DA2	

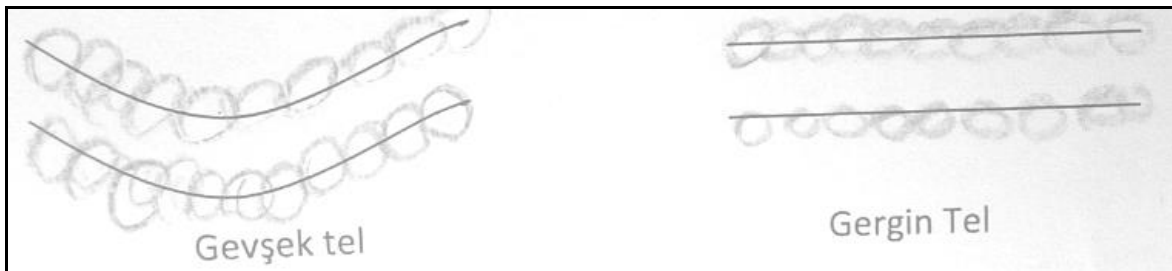
Örnek olarak DÜ2’nin gergin teldeki tanecikleri düzenli ve temas halinde, gevşek teldeki tanecikleri düzenli ve temassız gösterimde bulunduğu çizimi Şekil 24’te verilmiştir. Şekil 24’teki DÜ2’nin çiziminde gergin teldeki tanecikler birbiri ile temas halinde iken gevşek teldeki tanecikler arası maddenin katı hali için uygun olmayan, büyük mesafelerin olduğu görülmektedir. Mülakat esnasında da çizimini destekler nitelikte tanecikler arası mesafeler ve taneciklerin hareketi ile ilgili alternatif kavramalar içeren açıklamalarda bulunmuştur. DÜ2’nin açıklamalarından bir bölüm aşağıda sunulmuştur.



Şekil 24. DÜ2'nin mülakatın 2. sorusuna yaptığı çizim

- A : Gevşek teldeki tanecikleri gaz tanecikleri gibi boşluklu çizmişsin. Tel gevşeyince gaza mı dönüşür?
- DÜ2 : Tam gaza dönüşmez aslında da, gevşediği için boşluklar artar diye düşündüm.
- A : Telin halinde bir değişme olur mu?
- DÜ2 : Bence olmaz, yine katıdır. Boşluk sayısı artar, özelliklerinde değişme olur.
- A : Hangi özelliklerinde değişme olur?
- DÜ2 : Tanecikler gevşek telde bağımsız hareket edebilirler belki, boşluk çok olduğu için. Gergin telde ise sadece titreşim hareketi yaparlar. Boşluk daha azdır.
- A : Gevşek telde hangi hareketi yaparlar?
- DÜ2 : Öteleme hareketi yaparlar. Gergin telde ise bir tek titreşim hareketi yaparlar, çünkü temas halindedirler.
- A : Bu öteleme hareketi nasıldır?
- DÜ2 : Bence gazlarınkı gibidir. Çünkü orada boşluk sayısı fazla olduğu için. Sıvılar biraz daha az yapıyor. Gergin telde de titreşim hareketi yapmasının sebebi birbiriyle temas halinde olmasıdır.

Mülakatın birinci sorusunda olduğu gibi bu soru için bazı öğrenciler tarafından yapılan çizimlerde tanecik büyüklüğünde (KÜ2, KO1, KO2 ve KA2) ve tanecik sayısında (DÜ1, DÜ2, KÜ1, DO1, KO1, KO2, DA1 ve DA2) değişimler olduğu görülmüştür. Bazı öğrenciler bunun dikkatsizlik sonucu olduğunu belirtirken KÜ2 ve KA2 tanecik büyüklüğünün değişeceğini ve genleşen teldeki taneciklerin büyüyeceğini belirtmiştir. Bu duruma örnek olarak KÜ2'nin tanecikli gösterimi Şekil 25'te verilmiştir.



Şekil 25. KÜ2'nin mülakatın 2. sorusuna yaptığı çizim

Şekil 36'da görülen çizimi için KÜ2, yazın sıcakta elektrik tellerinin sarkmasına, taneciklerin büyüyerek telin boyunun artmasının sebep olduğunu ifade etmiştir. KÜ2 ile yapılan mülakattan bir bölüm aşağıda verilmiştir.

- A : Yazın ve kışın nasıl bir değişim oluyor tellerde.
 KÜ2 : Yazın sıcaktır. Genleşir. Kışın soğuk dolayısıyla büzülür...
 A : Tel genişince taneciklere ne olur?
 KÜ2 : Büyüyor da, anlatamadım.
 A : Tanecikler büyür mü genişince?
 KÜ2 : Evet.
 A : Tanecikleri nasıl büyür?
 KÜ2 : Gerginde düzgün bir halde. Sayılarında bir değişme olmuyor hal değişiminde. Sadece bunda biraz daha büyüyor tanecikler.
 A : Buna benzer bir deney yaptınız mı?
 KÜ2 : Metal küreyi mi diyorsunuz?
 A : Evet. Orada ne olmuştu?
 KÜ2 : Tanecikleri büyümüştü metal kürenin ve taneciklerin büyümesiyle madde de büyüyor ve halkadan geçmemişti. Tekrar küçülünce soğuyor ve tanecikleri küçülüyor ve tekrar giriyor.
 ...
 A : Taneciklerin büyümesi, küçülmesi nasıl bir değişimdir?
 KÜ2 : Fiziksel bir değişme, çünkü burada bir hal değişimi var. Genleşme ve büzülme.
 A : Nasıl bir hal değişimi var burada
 KÜ2 : ... şey, maddenin taneciği değişiyor, yani genişiyor ve büzülüyor. Fiziksel bir değişme.
 A : Taneciklerin başka bir özelliğinde değişim oluyor mu?
 KÜ2 : Olmuyor, sayısı değişmiyor.

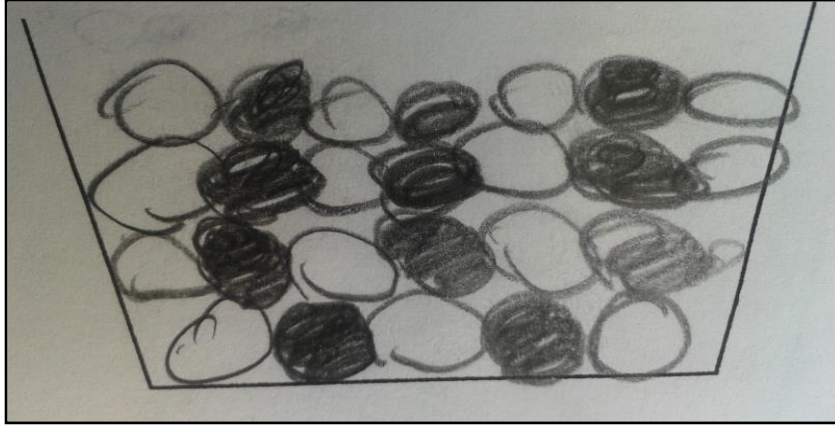
Mülakatın 2. sorusuna DÜ1, KÜ1, DO1, DO2, KO2, DA1, DA2 tanecikler arası mesafelerin artarak tellerin genişlediğini belirten "Anlama" kategorisinde açıklamalarda bulunmuştur. KO1 cevabında telin genişlediğini belirtmiş fakat tanecikler düzeyinde açıklama getiremediğinden "Kısmen Anlama" kategorisine dahil edilmiştir. KA1 ise olay hakkında herhangi bir fikrinin olmadığını belirtmiş ve "Anlamama" kategorisine dahil edilmiştir.

Mülakatın üçüncü sorusunda mürekkep damlatılan suyun mavi olmasının sebebini tanecikler düzeyinde açıklayarak su ve mürekkep taneciklerini çizerek göstermeleri istenmiştir. Mülakatın üçüncü sorusundan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çizimlerine ve açıklamalarına ait kategoriler Tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 48. Mülakatın 3. Sorusuna Ait Öğrencilerin Çizim ve Açıklamaları

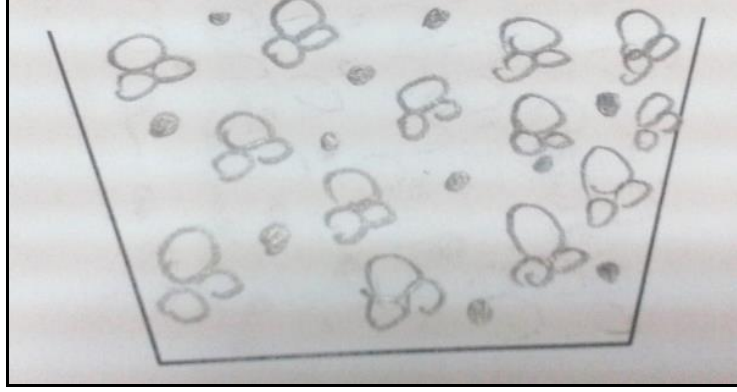
İçerik	Kategoriler	Öğrenciler
Çizim	Tanecikli	DÜ1, KÜ1, DÜ2
	Tanecikli hatalı	KÜ2, DO1, DO2, KO1, KO2, DA1, DA2, KA1, KA2
	Sürekli	-
	Cevapsız	-
Açıklama	Anlama	DÜ1, KÜ1, DÜ2, DO2, DA1, DA2
	Kısmi Anlama	DO1
	Alternatif Kavrama	KÜ2, KO1, KO2, KA1, KA2
	Anlamama	-

DÜ1, KÜ1, DÜ2 tanecikli kategorisine dahil edilen kabul edilebilir gösterimlerde bulunmuştur. DÜ1'in çizimi örnek olarak Şekil 26'da verilmiştir.



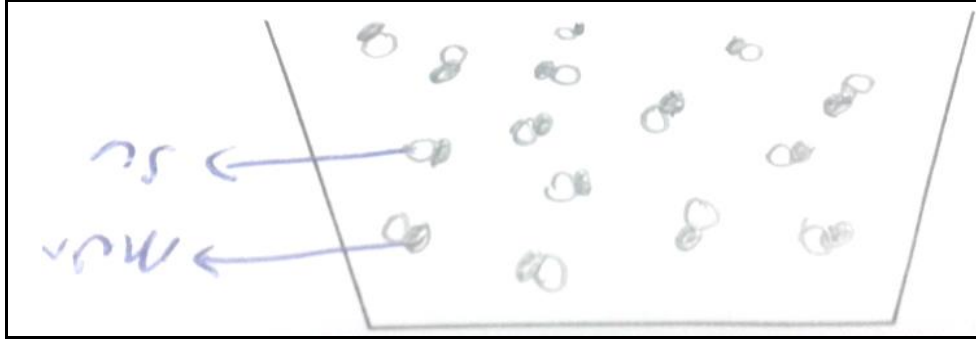
Şekil 26. DÜ1'in mülakatın 3. sorusuna yaptığı çizim

KÜ2, DO1, DO2, KO1, KO2, DA1, DA2, KA1 ve KA2 ise tanecikli hatalı kategorisine dahil edilen gösterimlerde bulunmuştur. Bu gösterimlerde öğrencilerin tamamı tanecikler arasında büyük boşluklar bırakmış ve maddenin gaz halini andıran çizimler yapmıştır. DO2'nin Şekil 27'deki çizimi örnek olarak verilebilir.



Şekil 27. DO2'in mülakatın 3. sorusuna yaptığı çizim

DO2'nin çiziminde (Şekil 38) olduğu gibi bazı öğrenciler su taneciklerini gösterirken 2 hidrojen ve 1 oksijenden oluşan su moleküllerini kullanırken bazıları ise DÜ1'in çiziminde olduğu gibi (Şekil 37) tekli gösterimlerde bulunmuştur. Bazı öğrenciler alternatif kavrama içeren açıklamalarını destekleyen çizimler yapmıştır. Örneğin KA1'in renkli mürekkep tanecikleriyle su taneciklerinin çarpıştığını gösterdiği çizimi Şekil 28'de verilmiştir.



Şekil 28. KA1'in mülakatın 3. sorusuna yaptığı çizim

Bu soruya DÜ1, KÜ1, DÜ2, DO2, DA1, DA2 anlama seviyesinde cevaplar vermiştir. Örneğin DÜ2 taneciklerin renginin olmayacağını, birbiri aralarına gireceklerini, mürekkebin renginin yansıtacağını, toplam hacmin ikisinin toplamı kadar olmayacağını belirtmiştir.

A : Mürekkep damlatılan su neden mavi görünür?

KÜ1 :Mürekkep tanecikleri su tanecikleri arasına giriyor. İkisi karıştırılınca toplam hacim ikisinin hacmi kadar olmuyor.

A : Hacmi değişmiyor mu?

KÜ1 :Değişmiyor herhalde, tam emin değilim. Rengi de ışık yansıtıyor. Sınıfta da öyle öğrenmiştik.

A : *Mürekkep taneciklerinin rengi nasıldır?*

KÜ1 : *Mavi değildir. O fiziksel bir özellik. Tanecikler o tür şeyleri barındırmaz.*

DO1 kısmen anlama seviyesinde cevap vermiştir. DO1'in açıklamalarından bir bölüm aşağıda verilmiştir.

A : *Mürekkep damlatılan su neden mavi görünür?*

DO1 : *Mürekkep suyun arasına giriyor. Karışım oluyor, saf madde olmuyor.*

A : *Taneciklerine ne oluyor?*

DO1 : *Onu düşündüm de, görmüştük o konuyu ama hatırlayamadım şimdi*

...

A : *Mürekkep ve su taneciklerinin rengi var mıdır?*

DO1 : *Maddenin tanecikleri onunla aynı özellikleri, şey, yapmaz. Örneğin siyah da olabilir. Ama illa siyah olacak diye bir şey yok.*

A : *Suyun tanecikleri ile ilgili ne söylersin?*

DO1 : *Atomların rengi yoktur.*

A : *Mürekkep taneciklerinin?*

DO1 : *Onların da yoktur.*

A : *Bunun sonucunda mürekkepli su nasıl mavi görünüyor?*

DO1 : *Onu hatırlayamıyorum.*

KÜ2, KO1, KO2, KA1 ve KA2 alternatif kavrama içeren cevaplar vermiştir. KÜ'2 taneciklerin rengi olduğuna, mavi ya da başka renkte olabileceğine inanmaktadır. KO1 ve KO2 ise su taneciklerinin rengi olmadığına fakat mürekkep taneciklerinin rengi olduğuna inanmaktadır. KO1 su taneciklerinin şeffaf olduğundan renkli mürekkep taneciklerinin aradan görüneceğine inanırken, KO2 boyalı mürekkep taneciklerinin su taneciklerini de boyayacağına inanmaktadır. KA1 renkli mürekkep taneciklerinin çarparak su taneciklerini boyayacağını, KA2 ise taneciklerin birleşerek kendi rengini suya vermiş olabileceğini düşünmektedir. KO1 ve KO2'nin açıklamalarından bir bölüm aşağıda verilmiştir.

A : *Mürekkep damlatılan su neden mavi görünür?*

KO1 : *Mürekkep tanecikleri suyun arasına karışıyor ve mavi görünüyor.*

A : *Mürekkep ve su taneciklerinin rengi var mıdır?*

KO1 : *Mürekkep taneciklerinin vardır ancak su taneciklerinin yoktur.*

A : *Su neden mavi görünüyor?*

KO1 : *Su tanecikleri şeffaf olduğu için mavi mürekkep tanecikleri aralarından görünüyor.*

...

A : *Mürekkep damlatılan su neden mavi görünür?*

KO2 : *Mürekkep rengini suya veriyor.*

A : *Bu nasıl oluyor*

KO2 : *Mürekkep tanecikleri suyun arasına giriyor ve rengini ona veriyor*

A : *Mürekkep ve su taneciklerinin rengi var mıdır?*

KO2 : *Mürekkep taneciklerinin vardır.*

A : *Peki ya su taneciklerinin*

KO1 : Su taneciklerinin yoktur.

Mülakatın dördüncü sorusunda öğrencilerden su ile dolu ağız açık bir bardak içerisindeki suyun birkaç gün sonra azalmasının nedeni sorulmuştur. Mülakatın dördüncü sorusundan elde edilen bulgular verilmiştir Tablo 49'da verilmiştir.

Tablo 49. Mülakatın 4. Sorusuna Ait Öğrencilerin Açıklamaları

Açıklama	Anlama	DÜ1, DÜ2, DO1, DO2, KO2, DA1, DA2, KA1
	Kısmi Anlama	KÜ1, KO1
	Alternatif Kavrama	KÜ2, KA2
	Anlamama	

Bu soruya DÜ1, DÜ2, DO1, DO2, KO2, DA1, DA2 ve KA1 ısı alan su tanecikleri arası uzaklıkların artması ile taneciklerin bağımsız hareket ederek kabı terk etmesi sonucu suyun buharlaşarak azaldığını belirterek anlama seviyesinde cevaplar vermiştir. DÜ2'nin bu soruya yaptığı anlama seviyesindeki açıklamaları aşağıda örnek olarak verilmiştir.

A : Bardaktaki suyun zamanla azalmasını nasıl açıklarsın?

DÜ2 : Ben gördüm, bazen oluyor. Oda sıcaklığından dolayı sıvıdan gaza geçiyor. Bu yüzden buharlaşma oluyor ve su seviyesi azalıyor.

A : Taneciklerine ne oluyor bu sırada?

DÜ2 : Tanecikleri de değişiyor. Çünkü sıvıdan gaza geçince boşluk sayısı artıyor ve bağımsız harekete başlıyorlar.

A : Başka özelliklerinde değişiklik olur mu?

DÜ2 : Başka olmaz.

A : Su molekülünün yapısında bir değişme olur mu? Hatırlıyor musun su molekülünün yapısını?

DÜ2 : Evet iki hidrojen, bir oksijen atomundan oluşur.

A : Su buharlaşınca bu yapıda bir değişme olur mu?

DÜ2 : ...hal değişimleri fiziksel bir değişmedir. O yüzden taneciklerinde bir değişiklik olmaz.

KÜ1 ve KO1 kısmen anlama seviyesinde cevaplar vermiştir. Tanecikli ve bütünsel yapıyı açıklamasında birlikte kullanan ve olayı tamamen açıklayamadığını fark eden KÜ1'in konuların ezber olarak verildiği cevabı dikkat çekmektedir. KÜ1'in bu açıklamalarından bir bölüm aşağıda verilmiştir.

A : Zamanla bardaktaki suyun azalmasını nasıl açıklarsın?

KÜ1 : Su buharlaşır ve gaz haline dönüşür. Su buharı havaya karışır. Su taneciklerinin arası açılır ve yukarı gider.

A : Su tanecikleri mi havaya gidiyor?

KÜ1 : Yani, su buharıyla, evet.

A : Su tanecikleri su buharından farklı mıdır?

KÜ1 : Bilmem yani. Bize ezber olarak verdikleri için bunları pek açıklayamayacağım...

KO1 kısmen anlama seviyesindeki açıklamasında, suyun taneciklerini ve su buharını farklı olarak düşünmüş ve su buharının tanecikleriyle suyun taneciklerinin aynı olup olmadığını ifade edememiştir. KO1'in bu açıklamalarından bir bölüm aşağıda verilmiştir.

A : Bardaktaki su neden azalır?

KO1 : Su buharlaşır.

A : Buharlaşma nedir?

KO1 : Sıvı, gaza dönüşür. Bulutlara doğru gider.

A : Suyun taneciklerine ne olur?

KO1 : Buharla birlikte gider.

A : Suyun tanecikleri buhardan farklı mıdır?

KO1 : Nasıl yani?

A : Suyun tanecikleri mi buhardır yoksa buhar başka bir şey midir? Buhar nedir?

KO1 : Buhar gazdır yani, tanecikleri aynıdır da,

A : Buharın tanecikleri su tanecikleri midir?

KO1 : Onu bilmiyorum...

KÜ2 ve KA2 alternatif kavrama içeren cevaplar vermiştir. KÜ2 buharlaşan suyun oksijen ya da havaya dönüşeceğini, KA2 ise suyun eriyeceğini belirtmiştir. Örnek olarak KÜ2'nin açıklamalarından bir bölüm aşağıda verilmiştir.

A : Bardaktaki suyun zamanla azalmasını nasıl açıklarsın?

KÜ2 : Isının etkisiyle olur, soğuk yerde bir şey olmaz.

A : Ne olur?

KÜ2 : Su buharlaşır.

A : Taneciklerinde değişim olur mu?

KÜ2 : Tanecikleri arasındaki boşluklar artar.

A : Başka ne olur?

KÜ2 : Biraz su, hava haline gelir. Oksijen haline gelir

Mülakatın beşinci sorusunda öğrencilere "Bir çocuk futbol topunu gündüz hava sıcakken tamamen sertleşinceye kadar şişiriyor. Geceleyin topunu balkonda bırakıyor. Çocuk sabah erkenden hava serin iken kalktığına göre topun daha yumuşak olduğunu görüyor. Top hiç hava sızdırmadığına göre topun yumuşamasını nasıl açıklarsınız?" sorusu yöneltilmiştir. Mülakatın beşinci sorusundan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin açıklamalarına ait kategoriler Tablo 50'de verilmiştir.

Tablo 50. Mülakatın 5. Sorusuna Ait Öğrencilerin Açıklamaları

Açıklama	Anlama	DÜ1, DÜ2, DO1, DO2
	Kısmi Anlama	KÜ1, KO1, KO2, DA1
	Alternatif Kavrama	KÜ2, DA2, KA1
	Anlamama	KA2

DÜ1, DÜ2, DO1 ve DO2 bu soruya “Anlama” kategorisinde cevap vermiştir. Anlama kategorisine DÜ1’in açıklamaları aşağıda örnek olarak verilmiştir.

- A : Soğukta bırakılan topun yumuşamasını nasıl açıklarsın?
DÜ1 : Soğuktan dolayı top büzüşüyor. Sabahta sıcak topun genleşmesini sağlıyor.
A : Bu nasıl oluyor?
DÜ1 : Taneciklerin arasındaki boşluklar artıyor.
A : Hangi taneciklerin?
DÜ1 : Gaz taneciklerinin arasındaki boşluk artıyor.
A : Başka ne olur?
DÜ1 : Başka değişiklik olmuyor.

KÜ1, KO1, KO2 ve DA1 bu soruya “Kısmi Anlama” kategorisinde cevap vermiştir. Bu kategoriye KÜ1’in açıklamaları aşağıda örnek olarak verilmiştir.

- A : Soğukta bırakılan topun yumuşamasının sebebi nedir?
KÜ1 : Topun içindeki hava soğuktan büzüşür.
A : Ne oluyor da hava büzüşüyor?
KÜ1 : Isı maddeleri genleştirir, soğuk olduğunda büzüşür ya yani aralarındaki boşluklar azaldı.
A : Nelerin arasındaki boşluklar azaldı?
KÜ1 : Acaba arttı mı? Yumuşaklığı nasıl açıklayabilirim? Yoksa daha sert olur. Demek ki aralarındaki boşluklar açılıyor. Ama niye açılıyor, onu anlamadım.
A : Burada araları açılan nedir?
KÜ1 : (Bekler)
A : Topun içerisindeki nedir?
KÜ1 : Hava
A : Hava tanecikleri nasıl etkileniyor bu durumdan?
KÜ1 : Yumuşak oluyor diye soruyorsunuz.
A : Evet
KÜ1 : Bir yandan şöyle düşünüyorum. Aralarındaki boşluklar açılınca daha yumuşak olur diye düşünüyorum. Ama havanın bir de hacmi var. Bulunduğu yerin hacmini alıyor ya, biraz da onu düşünüyorum. Olmaz diyorum. Biraz karıştı.

KÜ2, DA2 ve KA1 alternatif kavrama içeren açıklamalarda bulunmuştur. KÜ2 ısınan taneciklerin büyüyeceğini, soğuyan taneciklerin ise küçüleceğini, DA2 ısınan taneciklerin

büyüyeceğini, KA1 ise soğuyan taneciklerin küçüleceğini belirtmiştir. KÜ2'nin açıklamaları örnek olarak aşağıda verilmiştir.

- A : Soğukta bırakılan topun yumuşamasının sebebi nedir? Sen hiç böyle bir durumla karşılaştın mı?
 KÜ2 :Bisikletimin lastiği inmişti.
 A : Neden iniyor?
 KÜ2 :Isının olmamasından dolayı, hava büzülüyor, birleşiyor.
 A :Taneciklerine neler oluyor?
 KÜ2 :Gece soğuk olunca tanecikler daha çok birleşiyor ve topun havası iniyor.
 A : Hangi tanecikler?
 KÜ2 : Hava tanecikleri birleşiyor.
 A : Katı tanecikleri gibi mi oluyor?
 KÜ2 : Hayır ama birbirine daha çok yaklaşıyor, ısınınca büyüyorlar.
 A : Isınınca büyüyorsa soğuyunca tanecikler küçülüyor mu?
 KÜ2 : Evet, yani normal haline geliyor. Isındığında büyüyor soğuduğunda tekrar aynı haline geliyor.

KA2 ise “Anlamama” kategorisine dahil edilen açıklamalarda bulunmuştur. KA2 açıklamasında soğuk havada gazların süblimleştiğini belirtmiş ve bunun nasıl olduğu sorulduğunda ise açıklayamamıştır.

Mülakatın altıncı sorusunda öğrencilerden demir, oksijen, su, tuz ve havanın tanecikli yapılarını çizmeleri ve bu maddelerin tanecikli yapılarını birbiriyle karşılaştırmaları istenmiştir. Mülakatın altıncı sorusundan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çizimlerine ait kategoriler Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 51. Mülakatın 6. Sorusuna Ait Öğrenci Çizimlerinin Kategorilere Göre Dağılımı

		Demir	Oksijen	Su	Tuz	Hava
Çizim	Tanecikli	DÜ1, DÜ2, DO1, DO2, KÜ1, KO1, DA1, KA2, KÜ2, DA2, KA1	DÜ2, DO1, KO1	DÜ1, DÜ2, DO1	DÜ1	DÜ1, DÜ2, DO1
	Tanecikli hatalı	KO2	DÜ1, DO2, KÜ1, KÜ2, DO2, DO1, KO2, DA1, KA1, DA2, KA2	KÜ1, KÜ2, DO2, DO1, KO2, DA1, KA1, KA2, DA2	KÜ1, DÜ2, KÜ2, DO2, KO1, KO2, DA1, KA1, DA2, KA2	KÜ1, DÜ2, KÜ2, DO2, KO1, KO2, DA1, KA1, KA2, DA2
	Sürekli		-	-	-	-
	Cevapsız		-	-	-	-

Demir için KO2 hariç öğrencilerin tamamı “Tanecikli” kategorisine dahil edilen atomik haldeki bir katıya ait düzenli ve sıkı dizilimli gösterimleri kullanmıştır. KO2 ise düzenli fakat fazla boşluklu taneciklerin birbirine temas etmediği gösterimde bulunmuştur.

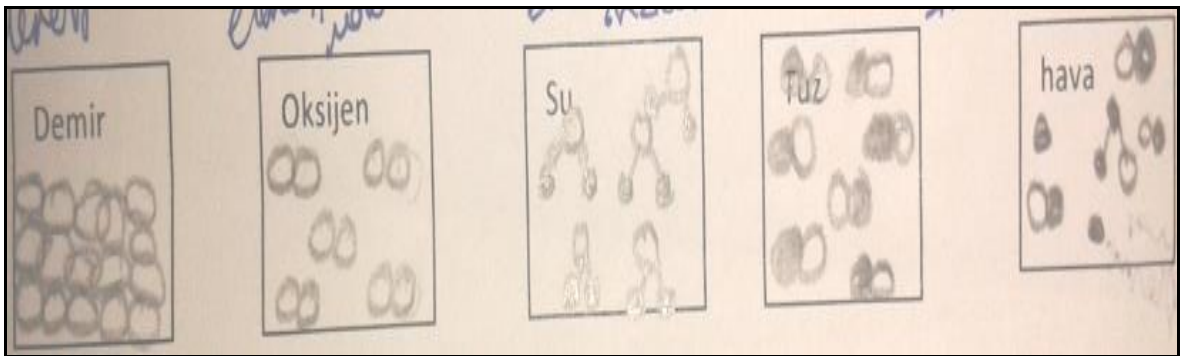
Oksijen için DÜ2, DO1 ve KO1, “Tanecikli” kategorisine dahil edilen oksijen taneciklerini iki atomlu boşluklu oksijen molekülleri şeklinde çizmiştir. Diğer öğrenciler ise “Tanecikli hatalı” kategorisine dahil edilen tek atomlu ve boşluklu gösterimleri tercih etmiştir. Yapılan mülakatlarda, öğrencilerin bazılarının oksijenin moleküler yapısını hatırlayamadıkları, bazılarının ise bunu bildikleri halde sadece gaz halde olduğunu belirtmeleri gerektiğini düşünerek boşluklu yapıyı göstermelerinin yeterli olacağını düşündükleri için böyle bir gösterimi tercih ettikleri belirtilmiştir.

DÜ1, DÜ2 ve DO1 su için molekül yapısını gösteren çizimler yapmıştır. KO1 üç atomdan oluşan molekül yapılı fakat düzlemsel şekilde, diğerleri tekli tanecikler şeklinde göstermiştir. KO1, KA1 ve KA2 hariç diğer gösterimlerde tanecikler temas halinde değildir.

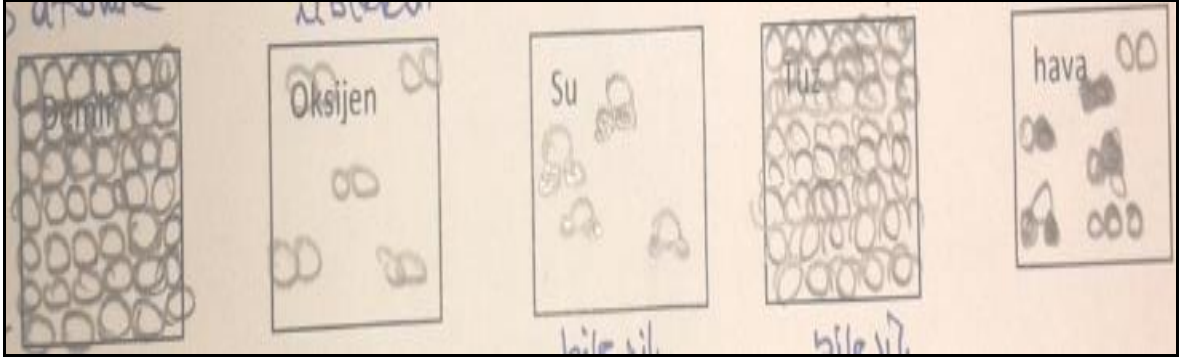
DÜ1 tuz için doğru yığın yapılı bileşik gösterimini kullanmıştır. KÜ1, DÜ2, KÜ2, DO2, KO1, KO2, DA1, KA1, KA2 ve DA2 tek cins atomdan oluşan gösterimlerde, DO1 ise iki farklı atomdan oluşan fakat molekül yapılı gösterimlerde bulunmuştur.

Hava için farklı tanecikler içeren DÜ1, DÜ2 ve DO1’in çizimleri “Tanecikli” kategorisine dahil edilmiştir. Tek cins tanecik içeren KÜ1, KÜ2, KO1, DO2, KO2, DA1, KA1, DA2 ve KA2’nin çizimleri “Tanecikli hatalı” kategorisine dahil edilmiştir

Örnek olarak DO1’in çizimleri Şekil 29’da, KÜ2’nin çizimleri ise Şekil 30’da verilmiştir.



Şekil 29. DO1’in 6. soruya ait çizimleri



Şekil 30. KÜ2'nin 6. soruya ait çizimleri

Bu soruda demir ve oksijenin, oksijen ve suyun, su ile tuzun ve hava ile diğer maddelerin tanecikli yapıları arasındaki fark sorulmuş ve verilen cevapların kategorilere göre dağılımı Tablo 52'de verilmiştir.

Tablo 52. Mülakatın 6. Sorusuna Ait Öğrenci Cevaplarının Kategorilere Göre Dağılımı

		Demir ve oksijen	Oksijen ve Su	Su ve Tuz	Hava ve Diğerleri
Açıklama	Anlama	DO1, DO2	KÜ2, DO1, DO2	DÜ1, KÜ2, DO2	DÜ1, DÜ2, KÜ2, DO1, DO2
	Kısmi Anlama	DÜ1, KÜ1, DÜ2, KO1, KA1, DA2	DÜ1, KÜ1, DÜ2, KO1, DA2, DA1, KA2	KÜ1, KO1, DA2, DA1, KA2	KÜ1, KO1, KO2, KA1, DA2
	Alternatif Kavrama	KÜ2, KO2	KO2, KA1	DÜ2, DO1, KO2, KA1	
	Anlamama				DA1, KA2

Öğrencilerin tamamı (DO1 hariç) maddelerin tanecikli yapıları sorulduğunda sadece tanecikler arası boşluklardan ve taneciklerin diziliminden söz etmiştir. "Anlama" kategorisine maddeleri tanecikli yapılarına göre element ya da bileşik olarak sınıflandırdıktan sonra hangi cins element ya da bileşik olduğunu açıklayabilen cevaplar dahil edilmiştir. DO1 tuz hariç diğer maddeleri doğru olarak açıklamıştır. Tuzun ise molekül yapıları bir bileşik olduğunu belirtmiştir. DO1'in açıklamalarından bir bölüm aşağıda verilmiştir.

A : Demirin tanecikli yapısı nasıldır?

DO1 : Demir bir element olduğu için bitişik ve düzenli yaptım, her atomu aynı.

A : Bütün element atomları birbirinin aynı mıdır?

DO1 : Aynıdır.

- A : Peki oksijen?
 DO1 : Bir element ama demirden farkı molekül yapılı olması.
 A : Molekül yapılı olunca nasıl oluyor?
 DO1 : En az iki atomdan oluşan gruplardan oluşuyor.
 A : Peki su?
 DO1 : Su 2 hidrojen ve 1 oksijen atomundan oluşur.
 ...
 A : Oksijenle su arasında ne fark var?
 DO1 : Oksijen bir elementtir ama su bileşiktir. Bileşiklerin özelliği en az iki çeşit atomdan oluşmasıdır.
 A : Su nasıl bir bileşiktir
 DO1 : Molekül yapılı
 ...
 A : Tuz ile su arasında ne fark vardır?
 DO1 : Tuzla su mu? (Düşünür)
 A : Ya da fark var mı? Çiziminde iki farklı atom mu gösterdin?
 DO1 : Evet
 A : O halde tuz bir element mi yoksa bileşik midir?
 DO1 : Tuz, bileşik. Aralarındaki fark sadece bir tanecikte suda üç atom, tuzda iki atom var.
 A : O halde tuz da molekül yapılı mıdır?
 DO1 : Evet.
 A : Bileşiklerin başka çeşidi var mıdır?
 DO1 : Bileşiklerin başka bir özelliği yoktur.
 A : Bütün bileşikler molekül yapılı mıdır?
 DO1 : Atomik yapılı bileşiklerde var. Evet vardı. Hatırlıyorum vardı.
 A : Molekül yapılı olmayan bileşikler mi var?
 DO1 : Evet
 A : Onlar nasıldı?
 DO1 : Onlar da bir düzen içindeydi ama atomları farklıydı tabi, bileşiklerin özelliği olarak
 A : Burada onlara örnek var mı?
 DO1 : Yok
 A : Sen örnek verebilir misin?
 DO1 : Hatırlayamıyorum.
 ...
 A : Peki hava?
 DO1 : Hava bir karışımdır. Diğerleri saf maddedir. Havada her şey var. Mesela oksijen var, karbondioksit var, tozlar var, bakteriler var.
 A : Hava ile diğer maddelerin arasında ne fark vardır?
 DO1 : Hava bir karışım, diğerleri element ve bileşikler. Yani saf maddedir.

DÜ1 ve DÜ2 'nin atomik ve molekül yapılı elementleri bilmesine rağmen Oksijenin molekül yapılı bir element olduğunu bilmemesi nedeniyle a ve b bölümlerine yaptığı açıklamalara, KÜ1 ve DA2 verilen maddeleri element ve bileşik olarak ayırt edebilirken, hangi çeşit element ve bileşik olduklarını ve tanecikli yapılarının nasıl olduğunu ayırt edememesi, KO1'in maddeleri doğru kategorilere yerleştirmesine rağmen nedenlerini açıklayamaması, KO2 ve KA1'in karışım olduğunu bilmesine rağmen havanın yapısını

açıklayamaması, DA1'in tuzun yığın yapılı olduğunu bilmesine rağmen element ya da bileşik olarak değerlendirememesi nedeniyle açıklamaları "Kısmen Anlama" kategorisine dahil edilmiştir.

- A : *Bu maddeleri element, bileşik ve karışım olarak sınıflandırabilir misin?*
 KO1 : *Demir bir element, oksijen de element.*
 A : *Demiri tekli oksijeni ikili çizmişsin. Aralarında ne fark var?*
 KO1 : *Öyle hatırlıyorum. (Kararsız)*
 A : *Elementlerin çeşitleri var mıdır?*
 KO1 : *Nasıl yani?*
 A : *Demir bir element, Oksijen de bir element dedin. Demiri tekli oksijeni ikili gösterdin. Neden böyle çizdin?*
 KO1 : *Bilmem.*
 A : *Su?*
 KO1 : *Suyu farklı çizdim. Molekül yapıda.*
 A : *Su bir element midir?*
 KO1 : *Hayır, molekül yapıda, Birleşik.*
 A : *Oksijen, atomik yapılı mı yoksa molekül yapılı mı?*
 KO1 : *Molekül yapılı.*
 A : *Neden molekül yapılı?*
 KO1 : *(Cevap yok)*
 A : *İkisini de molekül yapılı çizmişsin. Aralarında ne fark var?*
 KO1 : *(Cevap yok)*
 A : *Peki Tuz element mi bileşik mi?*
 KO1 : *Bileşik.*
 A : *Bileşikse su gibi molekül yapılı mı?*
 KO1 : *(Cevap yok)*
 A : *tuzu neden böyle 5'erli çizdin?*
 KO1 : *Yanlış çizmiş olabilirim. Pek bir fikrim olmadığı için, hatırlamadığım için.*
 A : *Peki ya Hava?*
 KO1 : *Havayı da yanlış çizmişimdir. Hava bir karışım sayılıyor.*
 A : *Karışım derken neyi kast ediyorsun?*
 KO1 : *İçinde bazı maddeler; oksijen, karbondioksit var.*
 A : *Çiziminde farklı maddeler var mı?*
 KO1 : *Yok*
 A : *O halde hatalı mı?*
 KO1 : *Evet, galiba.*
 A : *Nasıl düzeltebilirsin?*
 KO1 : *Bilmiyorum.*

Tuzun element olduğunu belirten DÜ2, KO2 ve KA1'nin cevabı, demirin oksijen gibi ikili atomlardan meydana geldiğini belirten KÜ2'nin cevabı, tuzun molekül yapılı olduğunu söyleyen DO1'in açıklaması, oksijenin karışım olduğunu belirten KO2'nin cevabı, atomik yapılı olduğunu belirten DÜ2'nin cevabı ve suyun element olduğunu belirten KA1'in cevabı, "Alternatif Kavrama" kategorisine dahil edilmiştir.

- A : Oksijenin ve demirin tanecikli yapıları arasında ne fark vardır?
DÜ2 : (Durur)
A : Elementler nasıl gruplandırılır?
DÜ2 : Molekül yapılı ve molekül yapılı olmayan diye.
A : Oksijen atomik yapılı mı, yoksa molekül yapılı mı?
DÜ2 : Oksijen atomik yapılıdır.
A : İkisi de atomik yapılı mı?
DÜ2 : Gösterdiğime göre öyle.
A : molekül yapılı bir element söyleyebilir misin?
DÜ2 : Su molekül yapılıdır. 2 hidrojen 1 oksijen olduğu için. İki farklı tür atom olursa molekül olur... ,Fazla da olabilir.
A : Su element midir?
DÜ2 : Değildir. Bileşiktir, karışımında değildir.
A : Molekül yapılı element biliyor mun?
DÜ2 : Bilmiyorum ben
A : Tuz nedir?
DÜ2 : Tuz elementtir.
A : Nasıl bir elementtir?
DÜ2 : O da aynı tür atomlardan oluyor galiba. Tam bilmiyorum.
A : Tuz element ise diğer elementlerden farkı nedir?
DÜ2 : İkisi de aynı tür atomlardan oluşuyor. Bir farklılık yoktur aralarında.
...
A : Çiziminde demir taneciklerini nasıl gösterdin?
KÜ2 : Düzenli ve birbiriyle temas halinde
A : Demir element midir, yoksa bileşik mi?
KÜ2 : Demir element.
A : Demir ile oksijen arasında ne fark var? Oksijeni ikili çizmişsin demiri tekli.
KÜ2 : Aslında ikili de birbiri ile temas halinde oldukları için.
A : Demir tanecikleri de ikili ikili mi?
KÜ2 : Evet.

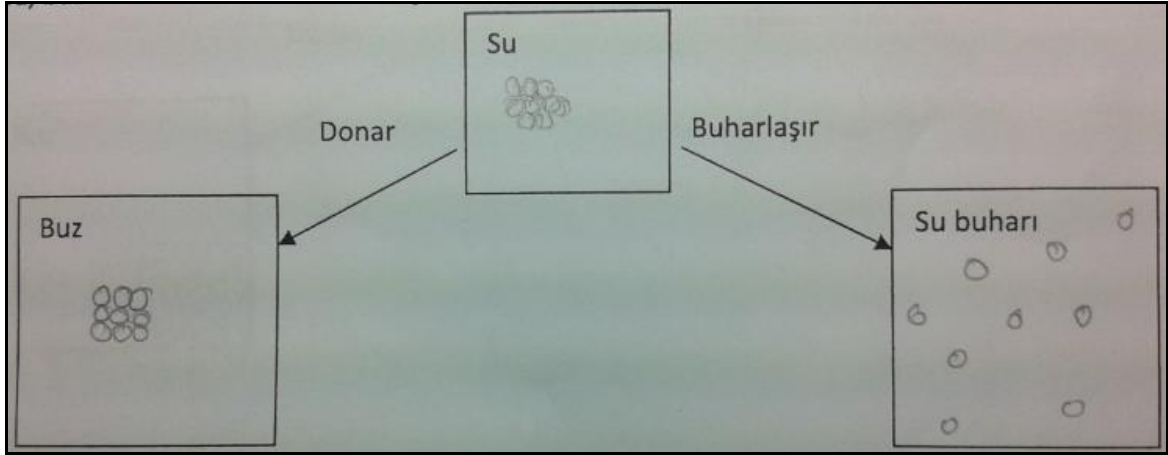
DA1 ve KA2'nin hava ile ilgili herhangi bir açıklama yapamadıkları için cevapları "Anlamama" kategorisinde değerlendirilmiştir.

Mülakatın yedinci sorusunda suyun buharlaşması ve donması sırasında taneciklerinde meydana gelen değişimleri açıklayarak buzun ve su buharının taneciklerini çizerek göstermeleri istenmiştir. Mülakatın yedinci sorusundan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çizimlerine ve açıklamalarına ait kategoriler Tablo 53'te verilmiştir.

Tablo 53. Mülakatın 7. Sorusuna Ait Öğrencilerin Çizim ve Açıklamaları

İçerik	Kategoriler	Öğrenciler
Çizim	Tanecikli	DO1, DA1, DA2
	Tanecikli hatalı	DÜ1, DÜ2, KÜ1, KÜ2, KO1, DO2, KO2, KA1, KA2
	Sürekli	
	Cevapsız	
Açıklama	Anlama	DÜ1, DÜ2, DO1, DO2, KO2, DA1, DA2
	Kısmi Anlama	
	Alternatif Kavrama	KÜ1, KÜ2, KO1, KA1, KA2
	Anlamama	

DÜ2, DO1, DA1, DA2 çiziminde su taneciklerini birbiriyle temas halinde ve düzensiz olarak çizerek doğru gösterimde bulunmuş ve “Tanecikli” kategorisine dahil edilen gösterimde bulunmuştur. DA2’nin çizimi ise Şekil 31’de örnek olarak verilmiştir.

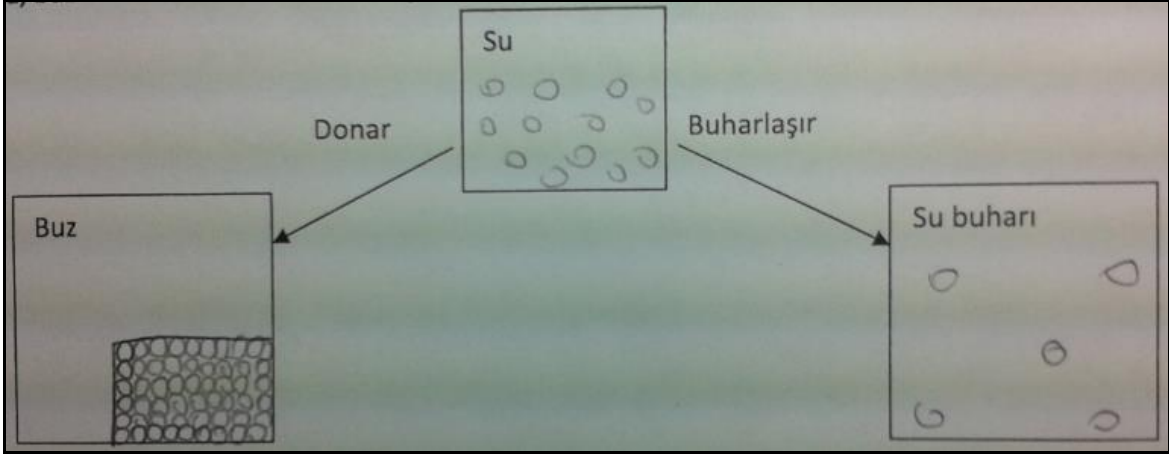


Şekil 31. DA2'nin mülakatın 7. sorusuna yaptığı çizim

DÜ1, KÜ1, KÜ2, KO1, DO2, KO2, KA1, KA2 yaptığı çizimde su taneciklerini boşluklu ve birbiriyle temas etmeyen bir şekilde göstermiştir. DÜ1, DO2, KO2, çizimiyle ilgili yaptığı açıklamasında sıvı halde taneciklerin temas halinde olduklarını ve çiziminde buna dikkat etmediğini belirtmiştir. KÜ1, KÜ2, KO1, KA1, KA2 ise yaptığı açıklamalarında bu gösterimin doğru olduğunu, sıvı taneciklerinin temas halinde olmadığını, bazı kaynaklarda bu şekilde ve suyun sıkıştırılabilir olarak verildiğini belirtmiştir. DÜ1 ve KÜ1'in açıklamalarından bir bölüm aşağıda verilmiştir.

- A : *Su tanecikleri arasındaki boşlukların gösterimi doğru mu sence?*
 DÜ1 : *Boşluklar çok olmuş. Yanlış çizmişim. Dikkat etmemişim.*
 A : *Tanecikler temas halinde midir?*
 DÜ1 : *Evet, temas halindedir.*
 A : *Su, buz haline geçince üçlü molekül yapıda değişme olur mu?*
 DÜ1 : *Hayır değişmez de çizmeyi unuttum. Yoksa, atomlarda değişme olmaz. Olsaydı, kimyasal değişim olurdu.*
 A : *Su buharlaşınca?*
 DÜ1 : *Yine aynı olmalı.*
 A : *Oksijen ve hidrojene ayrılmaz mı?*
 DÜ1 : *Hayır ayrılmaz. Hal değişimi bu, hal değişimi fiziksel olaydır. Sadece boşluklar artar.*
 A : *Nasıl çizmen gerekirdi?*
 DÜ1 : *2 Hidrojen 1 oksijen olmalıydı*
 ...
- A : *Su tanecikleri çizimindeki gibi boşluklu ve temas halinde değil midir?*
 KÜ1 : *Biraz boşluk var.*
 A : *Boşluklu yapıda ise su sıkışır mı?*
 KÜ1 : *Su donar, buz haline gelir. Buharlaşınca boşluklar açılır.*
 A : *Su halinde yani sıvı halde iken?*
 KÜ1 : *Sıvı iken boşlukludur.*
 A : *Peki o halde sıkışmaz mı?*
 KÜ1 : *Bazı kaynaklar diyor ki sıkışmaz. Bazı kaynaklar da gözle görülemeyecek kadar sıkışır. Orada biraz tereddütlüyüm, sıkıştırılabilir mi yoksa sıkıştırılamaz mı diye.*
 A : *Hangi kaynaklar sıkıştırılabilir diyor?*
 KÜ1 : *Hatırlamıyorum ama test çözerken tereddütte kalıyorum. Ama yaptığımız deneyde sıkışmadı.*

DÜ1, DÜ2 çiziminde suyu 2 hidrojen ve 1 oksijen atomundan oluşan moleküller halinde gösterirken buz ve su buharını tekli tanecikler şeklinde göstermişler. Açıklamalarında ise çizmeyi unuttuğunu, suyun molekül yapısında herhangi bir değişme olmayacağını belirtmişler. KÜ2 suyun her üç halinin gösteriminde de su moleküllerini kullanırken, KÜ1, DO1, KO1, DO2, KO2, DA1, KA1, DA2 ve KA2 ise çiziminde suyun her üç halinin gösteriminde de tekli tanecikler kullanmıştır. Şekil 32'de KA1'in çizimi örnek olarak verilmiştir.



Şekil 32. KA1'in mülakatın 7. sorusuna yaptığı çizim

DÜ1, DÜ2, DO1, DO2, KO2, DA1, DA2 açıklamasında donma ve buharlaşma sırasında taneciklerin aynı kaldığını, sadece tanecikler arası boşlukların değiştiğini, suyun kimliğinde herhangi bir değişim olmadığını, bu değişimin fiziksel bir değişim olduğunu belirterek "Anlama" kategorisinde açıklamada bulunmuştur.

KÜ1, KÜ2, KO1, KA1 ve KA2'nin su taneciklerinin temas halinde olmadığını belirttiği, KA2'nin hal değişiminde maddenin kimliğinin değişeceği ve kimyasal değişim olduğunu belirttiği açıklaması, KO1'in titreşimi bir hareket olarak kabul etmediği, taneciklerin kütesinin hal değişimi ile değişeceğini, buz taneciklerinin en büyük kütleyle, sonra su ve en küçük kütleyle de su buharı taneciklerinin sahip olacağını ifade ettiği açıklaması "Alternatif Kavrama" kategorisine dahil edilmiştir. KO1'in açıklamalarından bir bölüm aşağıda sunulmuştur.

A :Su tanecikleri birbiri ile temas halinde midir?

KO1 :Yani çok az. Öteleme hareketi yapar. Akışkandırlar.

A :O halde nasıl göstermek lazım?

KO1 :Katıdan daha fazla ama gazdan daha az olması gerekiyor aralarındaki boşluklar.

A :suyun tanecikli yapısı ile buzun arasında ne fark var?

KO1 :Su hareket edebilir, buz hareket edemez.

A :Buz tanecikleri hiç hareket etmez mi?

KO1 :Etmez, titreşim yapar.

A :Taneciklerin büyüklüklerinde bir fark var mıdır?

KO1 :yok

A :Kütle ve ağırlıklarında?

KO1 :Olabilir.

A :Nasıl bir farklılık olabilir? Kütle ve ağırlığı en büyük olan hangisidir?

KO1 :Buz

A :Daha sonra?

KO1 :Sudur. En son da su buharı.

A :Suyun kimliği değişiyor mu?

KO1 :Değişmiyor. Fiziksel bir değişim bu.

Mülakatın sekizinci sorusunda öğrencilere “Hangi değişimler gerçekleşince maddelerin kimliği değişir? Hangi değişimlerde ise kimliği değişmez? Bu değişimlerde maddelerin kimliği nasıl değişir? Taneciklerinde ne gibi değişimler olur? Taneciklerine bakarak bir maddenin kimliğinin değişip değişmediğini nasıl anlarsın?” soruları yöneltilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin açıklamalarına ait kategoriler Tablo 54’te verilmiştir.

Tablo 54. Mülakatın 8. Sorusuna Ait Öğrencilerin Açıklamaları

Açıklama	Anlama	DÜ1, DÜ2, DO1, DO2
	Kısmi Anlama	KÜ1, KO2, DA1, DA2, KA2
	Alternatif Kavrama	KÜ2, KA1
	Anlamama	KO1

DÜ1, DÜ2, DO1 ve DO2’nin örnek verdiği ve tanecikler düzeyinde meydana gelen değişimleri doğru açıklayabildikleri cevapları “Anlama” kategorisine dahil edilmiştir. Deney grubu öğrencileri daha çok, örnek olarak animasyonlarda kullanılan yanma, paslanma, küflenme, bozulma, çürüme, mayalanma ve suyun elektrolizi gibi olayları kimyasal değişime örnek olarak vermiştir. Kontrol grubunda ise yanma ve paslanma ile cevaplar sınırlıdır. Fiziksel değişimlere ise her iki grupta çoğunlukla erime, donma, buharlaşma ve yoğunlaşma gibi hal değişimleri verilmiştir. Aşağıda DÜ1’in açıklamaları örnek olarak verilmiştir.

A : Hangi değişimler gerçekleşince maddelerin kimliği değişir?

DÜ1 : Kimyasal değişim olunca.

A : Örnek verir misin?

DÜ1 : Yanma, çürüme, paslanma.

A : Nereden hatırlıyorsun?

DÜ1 : Animasyondan.

A : Ne vardı animasyonda?

DÜ1 : Hem görsellerle hem de videolarla desteklenmişti. Yanınca kimliği değişiyordu.

A : Taneciklerde ne gibi değişiklikler olur?

DÜ1 : Örnek olarak suyu verebiliriz. Suyu 2 hidrojen 1 oksijene ayırırken, elektro (Durur)

A : Elektroliz.

DÜ1 : Ha evet, elektroliz sayesinde yapıyorduk. Bu sayede de ayrılıyordu birbirinden.

A : Taneciklerine bakarak bir maddenin kimliği değiştiğini nasıl anlarsın?

DÜ1 : Mesela iki tanecik birleşmişse, bileşik ya da moleküllü yapıda ise onları ayırdığımızda veya iki atom birleştiğinde bu bir kimyasal değişimdir.

A : Hangi değişimlerde kimlik değişmez?

DÜ1 : Hal değişimi, kesme, doğrama. Aslında bir sürü var da şu anda aklıma gelmiyor.

- A : *Bu durumda taneciklerde ne gibi değişim oluyor?*
 DÜ1 : *Taneciklerin ya aralarındaki boşluk artıyor ya da azalıyor gibi değişmeler olur.*
 A : *Ne olmuyor?*
 DÜ1 : *Taneciklerde değişim olmuyor, yine aynı tanecik.*

KÜ1, KO2, DA1, DA2 ve KA2 fiziksel ve kimyasal değişimlere örnek verebilirken taneciklerde meydana gelen değişimi açıklayamadıklarından açıklamaları “Kısmen Anlama” kategorisine dahil edilmiştir. KÜ1’in açıklamaları aşağıda örnek olarak verilmiştir.

- A : *Hangi değişimler gerçekleşince maddelerin kimliği değişir?*
 KÜ1 : *Yanma, küflenme, çürüme gibi olaylar*
 A : *Taneciklerde nasıl bir değişme oluyor?*
 KÜ1 : *Taneciklerin yapısı değişiyor.*
 A : *Nasıl değişiyor yapısı?*
 KÜ1 : *Bilmiyorum. Üç atomluyken iki atoma mı düşüyor? Bilmiyorum. Kimyasal değişim.*
 A : *Atomların sayısı azalabilir diyorsun.*
 KÜ1 : *Yok öyle demiyorum.*
 A : *Ne diyorsun?*
 KÜ1 : *Değişebilir sayısı veya ne bileyim özellikleri,*
 A : *Bir maddenin taneciklerine bakarak kimliğinin değiştiğini nasıl anlarsın?*
 KÜ1 : *Biri yeşil biri kırmızı atom gösterdiğinde buna bakarım öbür tarafta biri mavi, biri sarı anlarım ki kimliği değişti.*
 A : *Başka nasıl olabilir?*
 KÜ1 : *Tanecik sayısı değişmiş olabilir.*
 A : *Başlangıçta beş taneydi, üç taneye düştü gibi mi?*
 KÜ1 : *Gibi. Kullandığımız şeyler hep sembolik.*
 A : *Maddenin kimliğinin değişmediği durumlar nelerdir?*
 KÜ1 : *Hal değişimleri, yırtılma, kırılma.*
 A : *Taneciklerde nasıl bir değişim oluyor?*
 KÜ1 : *Taneciklerde değişim olmuyor.*

KÜ2 ve KA1 açıklamalarında alternatif kavrama içeren cevaplar vermiştir. KÜ2 genişleme ve büzülme olaylarında taneciklerin büyüyüp küçüldüğünü belirtmiş ve bu şekilde taneciklerin büyüklüğündeki değişimlerin fiziksel değişim olduğunu belirtmiştir. KA1 ise karışım oluşumunun kimyasal bir değişim olduğunu belirtmiştir. KÜ2 ve KA1’in açıklamalarından bir bölüm aşağıda verilmiştir.

- A : *Hangi değişimler gerçekleşince kimliği değişmiyor?*
 KÜ2 : *Fiziksel değişimler. Bütün hal değişimleri fiziksel değişimdir.*
 A : *Taneciklerde nasıl bir değişim oluyor?*
 KÜ2 : *Taneciklerde hiçbir değişim olmuyor sadece taneciklerin arasındaki boşluklar artıyor. Genleşme ve büzülmede sadece büyüyüp küçülüyor.*
 A : *O halde genişleme ve büzülme kimyasal değişim midir?*
 KÜ2 : *Hayır fizikseldir ama sadece tanecikler büyür ya da küçülür.*
 A : *Taneciklerine bakarak bir maddenin kimliğinin değişip değişmediğini nasıl anlarsın.*

KÜ2 :Aralarındaki boşluklara artıp ya da azaldıysa sadece ya da büyüyüp küçüldüyse, genleşme ve büzülme olduysa onlar hal değişimleridir. Ama yeni bir bileşik oluşturduysalar, element oluşturduysalar bunlar da kimyasal değişimdir.

...

A : Hangi değişimler gerçekleşince kimliği değişir?

KA1 :Yanınca, başka bir maddeyle karışınca

A : Örneğin tuz ile su karışınca kimliği değişir mi?

KA1 : Değişir.

A : Tanecikler düzeyinde ne oluyor.

KA1 :Kimyasal değişimde madde başka bir maddeyle karışıyor, karışım oluyor.

A : Tanecikleri ne oluyor?

KA1 :Tanecikleri başka bir maddeyle birleşiyor. Yer değiştirebiliyor. Birbirinden ayrılabilir.

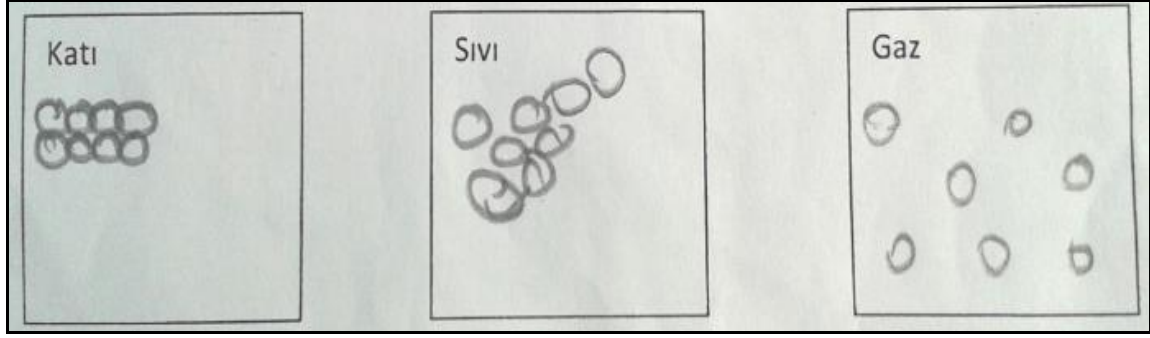
KO1 ise bu konuyu anlamadığını belirtmiş, fiziksel ve kimyasal değişimlere örnek verememiş ve tanecikler düzeyinde gerçekleşen olayları açıklayamamıştır. Bu nedenle “Anlamama” kategorisine dahil edilmiştir. Sadece yanmanın kimyasal bir değişim olduğunu belirtmiştir.

Mülakatın dokuzuncu sorusunda öğrencilerden bir maddenin katı, sıvı ve gaz halinin taneciklerini çizerek göstermeleri istenmiş ve çizimleri üzerine mülakatlar yürütülmüştür. Mülakatın dokuzuncu sorusundan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin açıklamalarına ait kategoriler Tablo 55’te verilmiştir.

Tablo 55. Mülakatın 9. Sorusuna Ait Öğrencilerin Çizim ve Açıklamaları

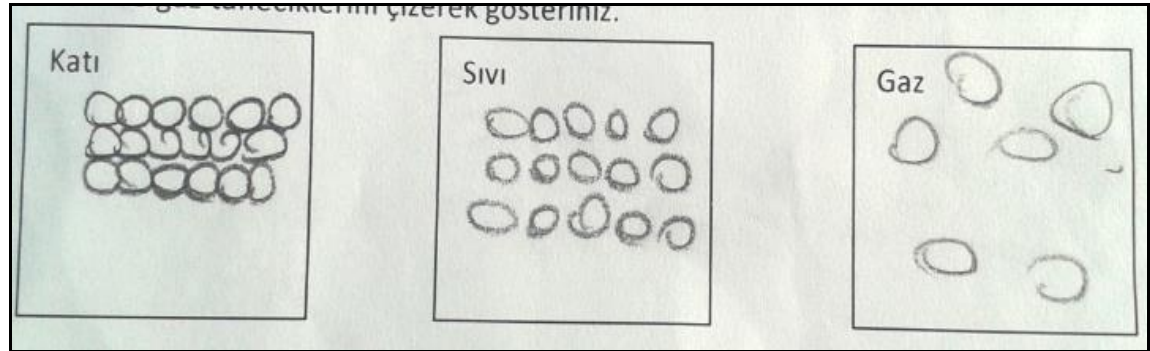
İçerik	Kategoriler	Öğrenciler
Çizim	Tanecikli	DO1, DO2, DA1, DA2
	Tanecikli hatalı	DÜ1,DÜ2, KÜ1, KÜ2, KO1, KO2, KA1, KA2
	Sürekli	
	Cevapsız	
Açıklama	Anlama	DÜ1, DÜ2, KÜ1, DO1, DO2, KO2, DA1, DA2
	Kısmi Anlama	
	Alternatif Kavrama	KÜ2, KO1, KA1, KA2
	Anlamama	

DO1, DO2, DA1 ve DA2’nin katı taneciklerini düzenli ve temas halinde, sıvı taneciklerini düzensiz ve temas halinde, gaz taneciklerinin birbirinden uzak halde gösterimi “Tanecikli” kategorisine dahil edilmiştir. DO2’nin çizimi Şekil 33’te verilmiştir.



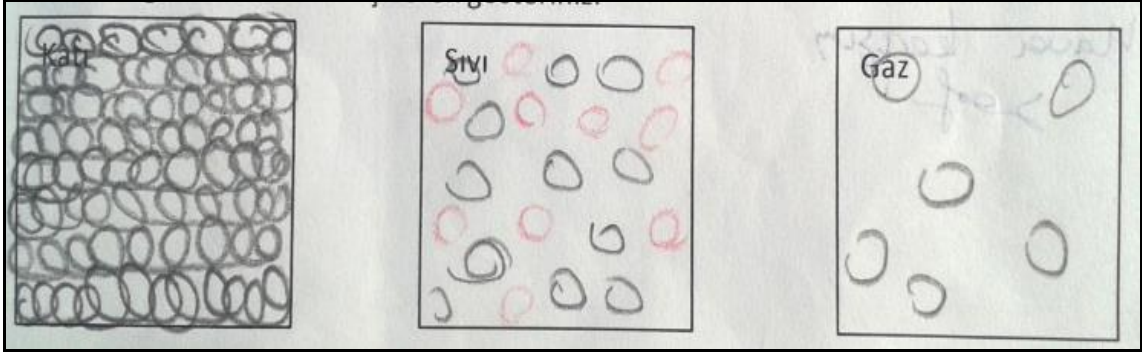
Şekil 33. DO2'nin mülakatın 9. sorusuna yaptığı çizim

Sıvı taneciklerini temas halinde göstermeyen DÜ1, DÜ2, KÜ1, KÜ2, KO1, KO2, KA1, KA2'nin çizimleri "Tanecikli Hatalı" kategorisine dahil edilmiştir. Bunlardan DÜ1, DÜ2, KÜ1 ve KO2 sorulduğunda dikkatsizlik sonucu hatalı çizdiğini aslında sıvı taneciklerinin temas halinde olması gerektiğini belirtmiştir. DÜ2'nin çizimi Şekil 34'te verilmiştir.



Şekil 34. DÜ2'nin mülakatın 9. sorusuna yaptığı çizim

KÜ2, KO1, KA1, KA2 ise sıvı taneciklerinin temas halinde olmayacağını belirtmiştir. Örneğin KÜ2, tanecikler arası fazla boşluk bıraktığını belirterek çizimini düzeltmek istediğinde yaptığı çizimde tanecikler arası boşlukları daha az çizmekle birlikte yine de temas halinde çizmemiş ve temas halinde olmadıklarını belirtmiştir. KÜ2'nin çizimi Şekil 35'te verilmiştir.



Şekil 35. KÜ2'nin mülakatın 9. sorusuna yaptığı çizim

Öğrencilerin tamamı tanecik sayısındaki ve büyüklüğündeki farklılığın dikkatsizlikten kaynaklandığını belirtmiştir.

DÜ1, DÜ2, KÜ1 DO1, DO2, DA1, DA2 ve KO2'nin katı taneciklerinin düzenli ve temas halinde, sıvı taneciklerinin düzensiz ve temas halinde, gaz taneciklerinin boşluklu ve serbest halde olduğunu belirttiği açıklamaları "Anlama" kategorisine dahil edilmiştir.

KÜ2, KO1, KA1 ve KA2'nin sıvıları temas halinde olmadığı açıklamaları "Alternatif Kavrama" kategorisine dahil edilmiştir. Örneğin KÜ2 sıvıların az da olsa sıkıştırıldığını belirtmiş ve bunun nedeni olarak taneciklerinin temas halinde olmamasını belirtmiştir.

4. 5. Materyalin Değerlendirilmesine Yönelik Bulgular

Bu bölümde materyalin uygulanması esnasındaki gözlemlerinin ve BDÖ materyali hakkındaki düşüncelerinin alınması amacıyla uygulama öğretmeniyle yapılan mülakattan ve materyalin öğrenci gözüyle değerlendirilmesi amacıyla iki bölümden meydana gelen "BDÖ materyali değerlendirme anketi (BDÖ MDA)"nden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4. 5. 1. Öğretmen Mülakatından Elde Edilen Bulgular

Uygulama öğretmenine yapılan uygulamayı nasıl değerlendirdiği sorulduğunda, uygulamanın öğrencilere ilginç geldiğini, derse hazırlıklı gelmelerini sağladığını ve daha öğrenci merkezli olduğunu belirtmiştir. Öğretmen, "Meğer biz havanda su dövüyormuşuz." ifadesini kullanarak öğrencilerin bizim hiç aklımıza gelmeyen yanılgılara sahip olduklarını, anlattıklarımızı ezberleyerek bize tekrarladıklarında öğrendiklerini sandığımızı belirtmiştir. Ayrıca uygulamalara rağmen bazı yanılgıların devam ettiğini gözlemlediğini ifade etmiştir. Uygulama öğretmenin mülakatın birinci sorusuna verdiği cevapların bir bölümü aşağıda sunulmuştur (A: Araştırmacı, UÖ: Uygulama Öğretmeni).

- A : Sınıfınızda yaklaşık beş hafta Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesini bilgisayar destekli materyalle işlediniz. Yapılan bu uygulamayı nasıl değerlendiriyorsunuz?
- UÖ: İlk defa yapılan uygulama olduğu için öğrencilere ilginç geldi. Daha öğrenci merkezli oldu. İlerleyen zamanlarda öğrenciler derse daha hazırlıklı geldi.
- A : Ders içerisinde ne gibi gözlemlerinizi oldu?
- UÖ: Bu program sayesinde öğrencilerimizin ne kadar basit ifadeleri bilmediklerini öğrendim. Daha alt seviyeden başlamamız gerektiğini anladım.
- A : Neden böyle düşünüyorsunuz?
- UÖ: Biz havanda su dövüyoruz. Öğrencilere anlattıklarımızı aynen alıyor sanıyoruz. Çalışma yapraklarına verilen cevaplarda onu gördüm.
- A : Neler gördünüz?
- UÖ: En iyi öğrenciler bile hiç beklemediğiniz yanılgılara sahip. O kadar açıklama ve tekrara rağmen yanılgılar devam ediyor.
- A : Ne gibi yanılgılar bunlar?
- UÖ: Taneciklerin özelliklerinin maddenin özellikleri ile aynı olduğu, sıkıştırılınca tanecikler arasında boşluk kalmayacağı gibi yanılgılar.
- A : Başka ne gibi gözlemlerinizi oldu?
- UÖ: Yorum yapmak yok, açıklama yok. Bazı öğrenciler ifade zorluğu çekiyor, bildiklerini kelimelere dökemiyor. Bazıları cevabı biliyor fakat nedenini açıklayamıyor.

BDÖ'nün olumlu yönlerinin sorulduğu mülakatın ikinci sorusuna uygulama öğretmeni bilgisayar destekli öğretimin etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını, öğrenciler tarafından eğlenceli bulunduğunu belirtmiştir. Uygulama öğretmenin mülakatın üçüncü sorusuna verdiği cevapların bir bölümü aşağıda sunulmuştur.

- A : Bilgisayar destekli öğretimin olumlu yönleri nelerdir?
- UÖ: Öğrenci net bir şekilde animasyonda olayı görüyor. Tanecikler düzeyinde neler olduğunu görüyor. Konuyu derinlemesine öğreniyor ve kolay kolay unutmuyor.
- A : Başka ne gibi faydasını gördünüz?
- UÖ: İzlemek, etkileşime girmek hoşlarına gidiyor. Çocuklara çikolata vermiş gibi mutlu oluyorlar. Çünkü bilgisayar bir eğlence onlar için.
- A : Bu durum motivasyonlarını etkiliyor mu sizce?
- UÖ: Elbette, biraz önce söylediğim gibi çocuklar çok mutlu, bu da derse olan ilgilerini ve motivasyonlarını artırıyor.

Bilgisayar Destekli Öğretimin olumsuz yönlerinin sorulduğu mülakatın üçüncü sorusuna ise öğretmen sürekli kullanıldığında öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının düştüğünü belirtmiştir. Uygulama öğretmenin mülakatın ikinci sorusuna verdiği cevapların bir bölümü aşağıda sunulmuştur.

- A : Bilgisayar destekli öğretimin olumsuz yönleri nelerdir?
- UÖ: Uzun süre bilgisayar kullanımı ilgilerini azaltıyor. Alıştıkları zaman biraz sıkıcı olabiliyor.
- A : Öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının azalmaması için ne yapılmalı?
- UÖ: Tüm dersi bilgisayarda değil de ara ara bir program dahilinde yapmak lazım.

Mülakatın dördüncü sorusunda uygulama öğretmenine kullandığı BDÖ materyalinin beğendiği yönleri sorulmuştur. Öğretmen animasyonları, soruların düşündürücü olmasını, öğretici olmasını, yanılgıları açık bir şekilde ortaya çıkarmasını ve ortadan kaldırmasını beğendiği yönler olarak belirtmiştir. Uygulama öğretmenin mülakatın dördüncü sorusuna verdiği cevapların bir bölümü aşağıda sunulmuştur

- A : Kullandığınız bilgisayar destekli öğretim materyalinin hangi yönlerini beğendiniz?
UÖ: Animasyonlarını beğendim. İlgici çekici ve öğretici. Maddenin taneciklerini ve taneciklerdeki değişimi göstermesi çok güzel.
A : Başka hangi yönünü beğendiniz?
UÖ: Sorularını. Çok düşündürücüydüler. Çocuklar iyi bir beyin fırtınası yaptılar. Çalışma yaprakları da hepsinin düşünmesini sağladı. Bir de çocuklardaki yanılgıları ortaya çıkarmasını ve gidermede etkili olmasını. Sorularla ortaya çıkan yanılgıların kavramsal değişim metinleriyle giderilmesini.*

Mülakatın beşinci sorusunda ise uygulama öğretmenine BDÖ materyalinin beğenmediği yönleri sorulduğunda bazen birkaç bilgisayarda programın verimli çalışmamasını belirtmiştir. Ayrıca öğretmen gülererek öğrencilerin şifrelemeyi çözdüklerini belirtmiştir. Materyalde değişiklik yapılmasını isteyip istemediği sorulduğunda eğlendirici animasyonların artırılabilirliğini belirtmiştir. Uygulama öğretmenin mülakatın beşinci sorusuna verdiği cevapların bir bölümü aşağıda sunulmuştur

- A :Kullandığınız materyalin hangi yönlerini beğenmediniz?
UÖ: Bazen tüm bilgisayarlarda program verimli çalışmadı ama çözdük
A : Başka beğenmediğiniz yönü var mıydı?
UÖ: Şifrelemeyi öğrenciler çözdü ☺
A : Materyalde ne gibi değişiklikler yapılmasını istersiniz?
UÖ: Eğlendirici animasyonları öğrenciler dikkatle izliyor. Bu animasyonlar artırılabilir.*

4. 5. 2. BDÖ Materyali Değerlendirme Anketinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde çalışmada kullanılan BDÖ materyalinin öğrenci gözüyle değerlendirilmesi amacıyla öğrencilere uygulanan ve iki bölümden oluşan “BDÖ Materyali Değerlendirme Anketi (BDÖ MDA)”nden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Deney grubu öğrencilerinin anketin birinci bölümünde yer alan her bir maddeye verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 56’da verilmiştir.

Tablo 56. BDÖ MDA'nın Birinci Bölümü Öğrenci Cevapları

YARGILAR	Katılıyorum		Kısmen Katılıyorum		Katılmıyorum	
	f	%	f	%	f	%
1. Programın kullanımı hakkında bilgi verilmiştir.	37	90,2	4	9,8	-	-
2. Program her açıldığında doğru çalışmaktadır.	20	48,8	19	46,3	2	4,9
3. Programlara kolaylıkla girilebilir ve programlardan kolaylıkla çıkılabilir.	33	80,5	6	14,6	2	4,9
4. Programlar sayesinde zaman daha verimli kullanılmıştır.	27	65,9	12	29,3	2	4,9
5. BDÖ ortamında konuya olan ilgim artmıştır.	31	75,6	6	14,6	4	9,8
6. BDÖ ortamı motivasyon sağlamıştır.	28	68,3	12	29,3	1	2,4
7. BDÖ ortamında zamanın nasıl geçtiği anlaşılmamaktadır.	33	80,5	6	14,6	2	4,9
8. Diğer konuların da bu tür ortamlarda yapılmasını isterim.	26	63,4	12	29,3	3	7,3
9. BDÖ ortamında materyali rahat bir şekilde kullanabildim.	38	92,7	2	4,9	1	2,4
10. BDÖ ortamında neler yapılması gerektiği hakkında yönergeler verilmiştir.	32	78,0	5	12,2	4	9,8
11. BDÖ materyali dikkat çekici niteliktedir.	29	70,7	11	26,8	1	2,4
12. Ekrandaki yazılar rahat okunmaktadır.	35	85,4	6	14,6	-	-
13. Ekrandaki renkler gözü yormamaktadır.	32	78,0	7	17,1	2	4,9
14. Bilgisayarla sürekli etkileşim içindeyim.	25	61,0	9	22,0	4	9,8
15. Bilgiler basitten zora doğru sunulmuştur.	21	51,2	14	34,1	6	14,6
16. BDÖ materyali sayesinde konuyu öğrendim.	37	90,2	4	9,8	-	-
17. Yönergeler açık ve anlaşılır olarak yazılmıştır.	36	87,8	5	12,2	-	-
18. Ön bilgiler hatırlatılmıştır.	35	85,4	5	12,2	1	2,4

Tablo 57'de görüldüğü gibi BDÖ materyalini kullanan deney grubu öğrencilerinin %90,2'si programın kullanımı hakkında bilgi verildiğini, %80,5'i programlara kolaylıkla girilebilir ve çıktıldığını, %65,9'u programlar sayesinde zamanın daha verimli kullanıldığına katıldığını belirtmiştir. Programların her açıldığında doğru çalıştığına öğrencilerin %48,8'i katıldığını, %46,3'ü ise kısmen katıldığını belirtmiştir.

BDÖ ortamında öğrencilerin %75,6'sı konuya olan ilgisinin arttığını, %68,3'ü motivasyonunun sağlandığını, %80,5'i ise zamanın nasıl geçtiğini anlamadığını belirtmiştir. Öğrencilerin %92,7'si materyali rahat bir şekilde kullanabildiğini, %78'i neler yapılması gerektiği hakkında yönergeler verilmiş olduğunu, %63,4'ü ise diğer konuların da bu tür ortamlarda yapılmasını istediğini belirtmiştir.

Öğrencilerin %70,7'si BDÖ materyalinin dikkat çekici olduğunu, %85,4'ü ekrandaki yazıların rahat okunduğunu, %78'i renklerin gözü yormadığını belirtmiştir. Öğrencilerin %61'i bilgisayarla sürekli etkileşim içinde olduğunu, %85,4'ü materyalde ön bilgilerin

hatırlatıldığını, %51,2'si bilgilerin basitten zora doğru sunulduğunu, %87,8'i yönergelerin açık ve anlaşılır olduğunu ve %90,2'si ise konuyu BDÖ materyali sayesinde öğrendiğini belirtmiştir.

6 adet açık uçlu sorudan oluşan BDÖ materyali değerlendirme anketinin ikinci bölümü deney grubu öğrencilerine uygulanarak öğrencilerin materyal hakkındaki görüşleri alınmıştır. Öğrencilere, BDÖ materyalinin maddenin tanecikli yapısını öğrenmelerine, ders dinleme isteklerine, derse ilgilerine ne düzeyde etki ettiği, etkileşim ve görsellerin anlamalarına etkisi ile materyalin beğendikleri ve beğenmedikleri yönleri sorulmuştur. Her bir soruya verilen öğrenci cevapları gruplanarak ve frekanslanarak sunulmuştur.

BDÖ MDA'nın ikinci bölümünün birinci sorusunda öğrencilere "BDÖ materyali maddenin tanecikli yapısını öğrenmenize yardımcı oldu mu? Neden?" sorusu yöneltilmiş ve öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 57'de sunulmuştur.

Tablo 57. BDÖ MDA'nın İkinci Bölümünün Birinci Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları

Soru	Cevap	f
1. BDÖ materyali maddenin tanecikli yapısını öğrenmenize yardımcı oldu mu?	Evet	37
	Hayır	-
Neden?	Dikkatimi / ilgimi çekti	11
	Görsellerle / görerek öğrendim	6
	Zevkli / eğlenerek öğrendim	6
	Öğretici / açıklayıcı olduğundan	5
	Daha iyi anladım/ anlayarak yaptım / aklımda kaldı	5
	Kolaylık sağladı / rahat oldu	3
	Konsantre oldum/ yoğunlaştım	2
	Olayları daha yakından gördüm	2
	Renkli olduğu için	2

Tablo 57'de görüldüğü gibi öğrencilerin tamamı BDÖ materyalinin maddenin tanecikli yapısını öğrenmesine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Bunun nedeni olarak öğrencilerin 11'i dikkatini ya da ilgisini çektiğini, 6'sı görsellerle görerek öğrendiğini, yine 6'sı eğlenerek öğrendiğini, 5'i öğretici ve açıklayıcı olmasını ve diğer bir 5 kişi ise daha iyi anladığını ve aklında kaldığını belirtmiştir.

İkinci soruda öğrencilere "BDÖ materyali ders dinleme isteğinizi ve derse ilginizi nasıl etkiledi?" sorusu yöneltilmiş ve öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 58'de sunulmuştur.

Tablo 58. BDÖ MDA'nın İkinci Bölümünün İkinci Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları

Soru	Cevap	f
2. BDÖ materyali ders dinleme isteğinizi ve derse ilginizi nasıl etkiledi?	Olumlu / iyi yönde etkiledi	14
	Daha çok katılmamı sağladı/ ilgim arttı	14
	İlgimi/ dikkatimi çekti, dikkatimi topladım, Motive oldum	8
	Etkisi olmadı. Ben zaten dinliyordum	2

Tablo 58'de görüldüğü gibi öğrencilerin sadece 2'si etkisi olmadığını belirtmiştir. Diğer öğrencilerin 14'ü BDÖ materyalinin ders dinleme isteğini ve derse ilgisini olumlu yönde etkilediğini, diğer bir 14 kişi ise ilgisini ve ders dinleme isteğini artırdığını, 8'i dikkatini çektiğini ve motive olduğunu belirtmiştir. Olumlu görüş bildiren öğrenciler 'Materyal hevesimi artırdı.', 'Daha çok ayrıntıya girdi.', 'Çizgi film gibi hareketli, zevkli ve güzeldi.', 'Daha net görmemizi ve daha kolay anlamamızı sağladı.' ve 'Zevkli ve eğlenceli oldu.' gibi cevaplar vermiştir.

Anketin ikinci bölümünün üçüncü sorusunda öğrencilere "Kullandığınız BDÖ materyalinin en çok neyini beğendiniz? Neden?" sorusu yöneltilmiş ve öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 59'da sunulmuştur.

Tablo 59. BDÖ MDA'nın İkinci Bölümünün Üçüncü Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları

Soru	Cevap	f
3. Kullandığınız BDÖ materyalinin en çok neyini beğendiniz? Neden?	Öğretici olmasını/çok bilgi vermesini	6
	Maddelerin tanecikli yapılarını / tanecikleri göstermesini	4
	Deneylerle anlatmasını	4
	Her şeyini	3
	Eğlenceli olmasını/eğlenceli anlatımını	3
	Videolarını	3
	Resimler ve şekilleri	3
	Gerçekçi olmasını	2
	Renklerini / Renkli olmasını	2
	Tanıtlarını	2
Tahmin, gözlem, açıklama aşamalarını	2	

Tablo 59’da görüldüğü gibi öğrencilerin 6’sı BDÖ materyalinin en çok öğretici olmasını beğendiğini belirtmiştir. Gerekçe olarak çok bilgi vermesi ve hem yazılı hem görsel olması gösterilmiştir. Bir öğrencinin “tam öğrencilere göre tasarlanmış bir program, içinde dolu dolu fen olması hoşuma gitti” ifadesi örnek olarak verilebilir. Öğrencilerden 4’ü maddelerin tanecikli yapılarını göstermesini ve yine 4’ü konuyu deneylerle anlatmasını beğendiğini belirtmiştir. Öğrencilerin 3’er tanesi ayrı ayrı olmak üzere her şeyini, eğlenceli olmasını, videolarını ve resim ve şekillerini beğendiğini belirtmiştir. Öğrencilerin ayrı ayrı 2’şer tanesi ise gerçekçi olmasını, renklerini, tanıtımlarını ve tahmin, gözlem, açıklama aşamalarını en çok beğendiğini ifade etmiştir. Örneğin videolarını en çok beğendiğini belirten bir öğrenci gerekçe olarak “çünkü testlerdeki sorulara çözüm önerileri getirdi. Yardımcı kaynaklarda bu bilgilere pek yer verilmiyor.”, diğer bir öğrenci ise “bilgisayarda izlediğimiz videolar hoşuma gitti, beğendim. Çünkü sınıfta konu ile ilgili video izlenmiyor, bu da benim hoşuma gitmiyordu. Ama burada izledik” ifadelerini kullanmıştır.

Dördüncü soruda öğrencilere “BDÖ materyalinin etkileşim özelliği konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?” sorusu yöneltilmiş ve öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 60’ta sunulmuştur.

Tablo 60. BDÖ MDA’nın İkinci Bölümünün Dördüncü Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları

Soru	Cevap	f
4. BDÖ materyalinin etkileşim özelliği konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?	Olumlu/ iyi yönde	22
	Daha iyi anladım/öğrendim	15

Tablo 60’ta görüldüğü gibi öğrencilerin 22’si materyalin etkileşim özelliğinin konuyu anlamasını olumlu ya da iyi yönde etkilediğini belirtmiştir. Öğrenciler böylece dikkatlerini topladıklarını belirtmiştir. Öğrencilerin 15’i ise etkileşim özelliğinin konuyu daha iyi anlamasını ve öğrenmesini sağladığını belirtmişlerdir. Gerekçe olarak öğrenciler “biz tahmin ettik, o animasyonlar da yanlış olduğunu ya da doğru olduğunu gösterdi. Böylelikle animasyonlarla etkileşim oldu”, “zekamız gelişti”, “konudan çok etkilendim”, “ilgi çekici olduğu için hiç dersten kopmadım”, “etkinliklerde ve konu değerlendirmelerde anlamama yardımcı oldu”, “örneğin element ve bileşiklerin hangi atomlardan oluştuğunu anladım”, “atomik yapıları öğrendim. Etkinliklerden çok etkilendim”, “çünkü benim ders kitaplarından daha çok teknolojik aletlere ilgim var”, “ilgimi çekti ve daha fazla dinledim”, “bu sayede daha çok tartıştık ve dersler daha iyi geçti”, “daha iyi ders işledik” “o konuyu ben önceki

derslerden daha iyi öğrendim. Ben ondan etkilendim” ve “daha başarılı olduk” şeklinde cevaplar vermiştir.

Beşinci soruda öğrencilere “BDÖ materyalindeki görseller konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?” sorusu yöneltilmiş ve öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 61’de sunulmuştur.

Tablo 61. BDÖ MDA’nın İkinci Bölümünün Beşinci Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları

Soru	Cevap	f
5. BDÖ materyalindeki görseller konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?	Olumlu/ iyi yönde	19
	Daha iyi anladım/öğrendim	25

Tablo 61’de görüldüğü gibi öğrencilerin 19’u materyaldeki görsellerin konuyu anlamasını olumlu ya da iyi yönde etkilediğini belirtmiştir. Öğrencilerin 25’i ise görsellerin konuyu daha iyi anlamasını ve öğrenmesini sağladığını belirtmiştir. Öğrenciler gerekçe olarak “daha çok dikkat çaktı, derse daha çok odaklandım”, “çünkü görerek daha iyi öğreniyorum”, “çünkü nasıl olduklarını bilmiyordum”, “konu anlatımlarını destekledi”, “görsel daha iyi anlıyorum”, “görsel anlatım insanın daha kolay kavramasını sağlar. Bizde de etkili oldu”, “resimler de ilgi çekiciydi, onlara bakarak neyin ne olduğunu gördüm”, “çünkü daha renkli olduğu için dikkatimi direkt oraya verdim”, “şekiller ve renkler beni konuya daha iyi bağladı”, “işlediğimiz konuyu görsellerle daha iyi anladım. Benim için daha yararlı oldu”, “çünkü görerek daha iyi anlaşılıyor” ve “ilgimi çektiği için konsantre oldum. Ve iyi anladım” gibi cevaplar vermiştir.

BDÖ materyali değerlendirme anketinin ikinci bölümünün altıncı sorusunda öğrencilere “Kullandığınız animasyonun en çok neyini beğenmediniz? Neden?” sorusu yöneltilmiş ve öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 62’de sunulmuştur

Tablo 62. BDÖ MDA’nın İkinci Bölümünün Altıncı Sorusuna Verilen Öğrenci Cevapları

Soru	Cevap	f
6. Kullandığınız BDÖ materyalinin en çok neyini beğenmediniz? Neden?	Her şeyini beğendim	18
	Şifreli olması	7
	Yazıların yavaş gelmesini	3
	Diğer	9

Tablo 62’de görüldüğü gibi öğrencilerin 18’i materyalin her şeyini beğendiğini, beğenmediği yönü olmadığını belirtmiştir. Bu öğrenciler “hiçbirinden sıkılmadım. Hepsi çok eğlenceliydi. Açıkçası çok eğlendim” gibi cevaplar vermiştir. Öğrencilerin 7’si ise şifreli olmasını beğenmediğini belirtmiştir. Bu öğrenciler gerekçe olarak “herkes şifreyi kolayca kırabildi”, “bazen şifre girilince diğer sayfa açılmadı”, “zaman kaybı oluyor” ve “zor oluyor” gibi cevaplar vermiştir. Öğrencilerin 3’ü ise yazıların yavaş gelmesini beğenmediğini ifade etmiştir. Bu öğrenciler gerekçe olarak “çünkü yavaşlığı sevmem”, “öğretmen okuturken yazıların yavaş gelmesi okuma güçlüğüne sebep oldu” gibi cevaplar vermiştir. Öğrencilerin 9 tanesi ise materyalin farklı beğenmedikleri yönleri olduğunu belirtmiştir. Bunlar arasında “radyasyona maruz kalmamız”, “renklerini ve görünümünü”, “bazı sayfaların geçiş butonu bozuk” , “ufak tefek hatalar”, “bazı taneciklerin gösterimini”, “sıkıcı animasyonlar var” ve “hep aynı animasyonu göstermesi” gibi cevaplar yer almaktadır.

Bu bölümde, geliştirilen BDÖ materyalinin, MTY ünitesinin öğretimindeki etkililiğini belirlemek amacıyla veri toplama araçlarından elde edilen bulgular sunulmuştur. Veri toplama aracı olarak kullanılan başarı testi (MTYBT), iki aşamalı kavram testi (MTYKT) ve kısa cevaplı kavram testi (KCGGKT) ön test, son test ve gecikmiş test olarak uygulanmış ve elde edilen bulgular karşılaştırmıştır. Ünite ile ilgili öğrencilerin düşüncelerinin belirlenmesinde ayrıca deney ve kontrol gruplarında mülakatlar yürütülmüştür. Materyal ve uygulamalar hakkında görüş ve düşüncelerin belirlenmesi amacıyla deney grubu öğretmeniyle mülakat yapılmış ve deney grubu öğrencilerine iki bölümden oluşan BDÖ MDA uygulanmıştır. Testlerden, mülakatlardan ve BDÖ materyali değerlendirme anketinden elde edilen bulgular, literatürde yapılan çalışmaların sonuçları ışığında bir sonraki bölümde tartışılmıştır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim 6. sınıf, Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesine yönelik olarak yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline göre geliştirilen zenginleştirilmiş bir BDÖ materyalinin öğrencilerin başarısına, alternatif kavramalarını gidermeye ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisini incelemektir. Bu bölümde, elde edilen bulgular araştırmanın alt problemleri çerçevesinde, literatürde yapılan çalışmaların sonuçları ışığında tartışılarak sunulmuştur. Ayrıca hazırlanan materyalin ve uygulama sürecinin etkililiği hakkındaki öğretmen ve öğrenci görüşleri tartışılmıştır.

5. 1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu başlık altında araştırmanın “Geliştirilen materyalin öğrencilerin MTY ünitesi ile ilgili anlama seviyelerinin arttırılmasında bir etkisi var mıdır?” şeklinde ifade edilen birinci alt problemi tartışılmıştır. Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin anlama düzeylerini belirlemek için çoktan seçmeli 25 sorudan oluşan MTYBT geliştirilmiştir. Geliştirilen bu test, örneklem grubundaki öğrencilere ön test, son test ve gecikmiş test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin anlama düzeylerindeki farklılaşma ve bu farklılaşmanın kalıcılığı MTYBT’den elde edilen bulgulardan faydalanılarak tartışılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının MTYBT ön test sonuçları t-testi ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında grupların hazır bulunuşluklarında uygulama öncesinde anlamlı bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir [$t_{(80)}=.61$, $p>.01$]. Deney grubu (28.78) ve kontrol grubu (27.60) öğrencilerinin MTYBT’nin ön test uygulamasından aldıkları puanların ortalaması birbirine yakın olması ve ön testler arasında anlamlı bir farklılığın olmaması deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin benzer ön bilgilere sahip olduklarına işaret etmektedir. Ayrıca deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön bilgi açısından birbirlerine yakın olmalarının, uygulanan rehber materyallerin etkililiklerinin karşılaştırılabilmesi için önemli bir avantaj sağladığı belirtilmektedir (Özsevgeç, 2007).

Öğrenciler öğretim programlarının sarmal yapısı gereği madde ile ilgili kavramlarla 3., 4. ve 5. sınıfta karşılaşmalarına rağmen (MEB, 2013) “Tanecikli Yapı” fikri ilk olarak 6. sınıfta “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesinde verilmektedir (MEB, 2006, 2013). Ön testte ortalamalara bakıldığında ilgili üniteye kavramlar hakkında bir takım bilgilere sahip oldukları dikkat çekmektedir. Bu bilgilerin öğrencilerin daha önceki tecrübelerinin yanı sıra örneklemdeki öğrencilerin bir kısmının dersanelere gitmelerinden de kaynaklandığı söylenebilir. Bu durum öğrencilerin dış etkilerden ayrı tutulmadığının bir göstergesidir.

Deney ve kontrol gruplarının MTYBT sonuçları incelendiğinde, hem deney grubu öğrencilerinin, hem de kontrol grubu öğrencilerinin öğretim sonrası puan ortalamaları öğretim öncesine göre artmıştır. Hem zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin kullanıldığı deney grubunun [$F_{(2-80)}=70.154, p<.001$], hem de 5E modelinin takip edildiği kontrol grubunun [$F_{(2-80)}= 50,288, p<.001$] ortalama puanlarındaki bu değişmelerin anlamlı bir farklılık gösterdiği tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA analizi sonucunda görülmüştür. İkili karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında, hem zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin kullanıldığı deney grubunda, hem de 5E modelinin kullanıldığı kontrol grubunda ön test ile son test arasında son test lehinde anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<.01$). Deney grubunun yanı sıra kontrol grubunda da kullanılan 5E modelinin öğrenci başarısını artırmada etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. 5E öğretim modelinin öğrenci başarısının artırılmasında etkili olduğuna dair çalışmalar literatürde mevcuttur (Çalık, Okur ve Taylor, 2010; Çardak ve diğ., 2008; Demircioğlu ve diğ., 2004; Stephen ve Huziak-Clari, 2007; Yalçın ve Bayrakçeken, 2010). Örneğin Bektaş (2011) yaptığı çalışmada, 5E modelinin öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı kavramlarını anlamaları üzerine olumlu etkide bulunduğunu belirlemiştir.

Yapılan İki faktörlü ANOVA analizi sonuçları deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MTYBT sonuçlarının uygulama öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği, yani farklı işlem gruplarında olmak ile tekrarlı ölçüm faktörlerinin MTYBT sonuçları üzerindeki ortak etkilerinin anlamlı olduğu bulunmuştur [$F_{(1, 80)}= 10.413, p<.01$]. Bu bulgu, zenginleştirilmiş BDÖ materyali kullanılarak deney grubunda yapılan öğretimin ve 5E modeli kullanılarak kontrol grubunda yapılan öğretimin, öğrencilerin MTYBT başarı puanlarını artırmada farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. MTYBT puanlarının uygulama öncesine göre daha fazla artmasını sağlayan zenginleştirilmiş BDÖ materyali kullanılarak deney grubunda yapılan öğretimin, kontrol grubunda yapılan öğretime göre daha etkili olduğu anlaşılmaktadır. Her iki grupta yapılan öğretimde 5E modelinin esas alınmasına rağmen, TGA, KDM, ÇY, KH, AÇT, analogiler gibi farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş BDÖ'nün kullanıldığı deney grubunda daha başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu durum 5E modeli kapsamında BDÖ'nün ve farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanılmasının, öğrencilerin anlama düzeylerinin artırılmasında daha etkili olmasıyla açıklanabilir. Zira literatürde yapılan çalışmalarda, 5E modeline göre BDÖ'nün (Hançer 2005; Gül, 2011; Kolomuç, 2009; Pektaş, 2008; Saka ve Akdeniz 2006) ve farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanımının (Karslı, 2011; Kolomuç, 2012) öğrencilerin başarısına olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.. Ayrıca BDÖ'nün (Dönmez Usta, 2011; Feyzioğlu, 2006; Rezaei ve Katz, 2002; Tatlı, 2011) ve farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanımının (Çalık, 2006; Demirci ve Özmen, 2012; Durmuş ve

Bayraktar, 2010; Meheut, 1997; Pierri ve diğ., 2008) öğrenci başarısı üzerine olumlu etkilerini ortaya koyan başka çalışmalar da mevcuttur. MTY ile ilgili BDÖ'nün kullanıldığı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Özmen, 2011a; Papageorgiou, ve diğ., 2008; Pierri, ve diğ., 2008; Snir, ve diğ., 2003; Stern ve diğ., 2008). Farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanıldığı MTY ile ilgili çalışmalarda ise genellikle iki yöntem ya da teknik kullanılmıştır (Durmuş ve Bayraktar, 2010; Meheut, 2004; Özdilek, 2006; Özmen, 2011a). MTY ile ilgili ikiden fazla yöntem ve tekniğin BDÖ materyali içerisinde bütünleştirildiği zenginleştirilmiş çalışmalara ise literatürde rastlanmamıştır.

Tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA sonuçlarına göre MTYBT'nin her üç uygulamasından elde edilen verilere uygulanan ANOVA analizi sonucunda, hem zenginleştirilmiş BDÖ materyali ile öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)}=70.154, p<.001$] hem de 5E modeline göre öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)}= 50,288, p<.001$] ön test, son test ve gecikmiş test uygulamasından aldıkları puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir. Hem zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin kullanıldığı deney grubunda, hem de 5E modelinin takip edildiği kontrol grubunda ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehinde farklılık olduğu gibi ön test ile gecikmiş test ortalama puanları arasında gecikmiş test lehinde de anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<.01$). Son test ile gecikmiş test arasında ise her iki grupta da anlamlı bir farklılık yoktur ($p>.01$). Bu sonuç hem 5E modeli göz önünde bulundurularak geliştirilen zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin kullanıldığı deney grubunda hem de 5E modeli kullanılarak öğretim yapılan kontrol grubunda, yapılan öğretimin etkisinin uzun süre devam ettiğini göstermektedir. Her iki grupta da kullanılan 5E modelinin, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisi sınırlı sayıda da olsa yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Kolomuç, 2012; Özsevgeç, 2007).

MTYBT'de yer alan çoktan seçmeli her bir soruya verilen öğrenci cevapları incelendiğinde hem deney grubunda hem de kontrol grubunda son testte, ön teste göre soruların tamamında doğru cevaplanma oranının arttığı görülmektedir. Bu da yapılan öğretimin etkili olduğunu göstermektedir. Gecikmiş testte ise ön teste göre deney grubunda soruların tamamında artış gözlenirken, kontrol grubunda ise dört soruda (8, 12, 20 ve 25) artış gözlenmemiştir. Gecikmiş testte, son teste göre doğru cevaplanma oranı deney ve kontrol grubunda 15 soruda azalmıştır. Ancak bu azalmanın fazla olmadığı, son testler ile gecikmiş testler arasında anlamlı bir fark olmamasından anlaşılmaktadır.

5. 2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu başlık altında araştırmanın “Geliştirilen materyalin öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesinde ve kalıcılığın sağlanmasında bir etkisi var mıdır?” şeklinde ifade edilen ikinci alt problemi tartışılmıştır.

Öğrencilerin MTYKT'nin ön test uygulamasında, kontrol grubu ortalama puanları (36,12) deney grubuna göre (30,85) daha yüksek olmasına karşın, uygulanan t-testi sonucu, gruplar arasında uygulama öncesinde anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir [$t_{(80)}=1.843$, $p>.01$]. Bu sonuç öğrencilerin benzer alternatif kavramalara sahip olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar KCGKT'nin birinci bölümünün ön test uygulamasından da elde edilmiştir. Yapılan t-testi sonucuna göre deney ve kontrol gruplarının ön test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir [$t(80)=.314$, $p>.01$]. KCGKT'nin birinci bölümünün ön test uygulamalarından elde deney grubu (36,87) ve kontrol grubu (35,66) öğrencilerin aldıkları puanların ortalamasının birbirine çok yakın olması bu sonucu desteklemektedir. Bu durum deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin benzer ön bilgilere ve alternatif kavramalara sahip olduklarını göstermektedir. Bilinmektedir ki öğrenciler öğrenme ortamlarına çevrelerinden öğrendikleri doğru ya da yanlış bilgilerle gelebilmektedirler (Griffiths ve Preston, 1992; Hewson ve Hewson, 1984; Novak, 1988; Seiger - Ehrenberg, 1981). Bu durum da öğrencilerin dış etkilerden ayrı tutulmadığının bir göstergesidir. Ayrıca öğrencilerin öğretimden önce alternatif kavramalara sahip olmaları onların ön bilgi eksikliğinden kaynaklanabileceği ile açıklanabilir. Bilgi eksikliğinin öğrencilerin alternatif kavramalarında etkili olduğu çeşitli araştırmalarda da belirtilmektedir (Coştu ve Ünal, 2005; Sere, 1982; Ünal, Coştu ve Ayas; 2010).

Öğretim sonrasında hem deney grubu öğrencilerinin, hem de kontrol grubu öğrencilerinin MTYKT puan ortalamaları öğretim öncesine göre artmıştır. MTYKT'nin her üç uygulamasından elde edilen verilere uygulanan ANOVA analizi sonucunda, hem deney grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)}= 138,242$, $p<.01$] hem de kontrol grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)}= 11,086$, $p<.001$] ön test, son test ve gecikmiş test uygulamasından aldıkları puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir. Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehinde anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<.01$). Bu ortalama fark deney grubunda (40,44) kontrol grubuna (12,2) göre oldukça yüksektir. Bu durum deney grubunda kullanılan BDÖ materyalinin kontrol grubuna göre alternatif kavramaları gidermede oldukça başarılı olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde KCGKT'nin birinci bölümünden elde edilen sonuçlar da hem deney grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)}= 75,159$, $p<.001$] hem de kontrol grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)}= 26,223$, $p<.001$] ön test, son test ve gecikmiş test

uygulamasından aldıkları puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir. Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehinde anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < .01$). Deney grubunda olduğu gibi kontrol grubundaki son test lehine anlamlı farklılık, 5E modelinin alternatif kavramaları gidermeye etkisi olarak düşünülebilir. Zira 5E modelinin aynı zamanda bir kavramsal değişim stratejisi olduğu ifade edilmekte (Boddy ve diğ., 2003; Smerdan ve Burkam, 1999) ve alternatif kavramaları gidermede başarılı olduğu belirtilmektedir (Fazelian ve diğ., 2010; Stephen ve Huziak-Clari, 2007; Vincent ve diğ., 2008). Farkın deney grubunda daha büyük olması, deney grubunda BDÖ materyali kullanılarak yapılan öğretimin alternatif kavramaları gidermede kontrol grubuna göre oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.

Yapılan İki faktörlü ANOVA sonuçları da deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MTYKT sonuçlarının uygulama öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği, yani farklı işlem gruplarında olmak ile tekrarlı ölçüm faktörlerinin MTYKT sonuçları üzerindeki ortak etkilerinin anlamlı olduğu bulunmuştur [$F_{(1, 80)} = 44,735, p < .01$]. Bu bulgu, deney ve kontrol grubunda yapılan öğretimin, öğrencilerin MTYKT başarı puanlarını artırmada farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. MTYKT puanlarının uygulama öncesine göre daha fazla artmasını sağlayan zenginleştirilmiş BDÖ materyali kullanılarak deney grubunda yapılan öğretimin, kontrol grubunda yapılan öğretime göre alternatif kavramaları gidermede daha etkili olduğu anlaşılmaktadır. Her iki grupta yapılan öğretimde 5E modelinin kullanılmasına ve deney grubunda kullanılan BDÖ materyalinde yer verilen literatürdeki alternatif kavramalara kontrol grubunda yapılan öğretimde de yer verilmesine rağmen TGA, KDM, ÇY, KH, AÇT, analogiler gibi farklı öğretim yöntem ve teknikleri ile zenginleştirilmiş BDÖ'nün kullanıldığı deney grubunda daha başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu durum "5E Öğretim Modeli" kapsamında BDÖ'nün ve farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanılmasının, öğrencilerin alternatif kavramalarını gidermede ve kavramsal farklılaşmayı sağlamada daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Zira literatürde yapılan çalışmalarda, 5E modeline göre, BDÖ (Gül, 2011; Kolomuç, 2009) ve farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanımının (Karslı, 2011; Kolomuç, 2012; Şahin, 2010) öğrencilerin alternatif kavramalarını gidermede etkili olduğunu belirlenmiştir.

Hem deney grubundaki ön test ile son test arasındaki farkın kontrol grubuna göre büyük olması, hem de son testlerde deney grubu lehine anlamlı farklılığın olması her iki grupta da aynı alternatif kavramalara yer verilmesine rağmen deney grubunda zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin alternatif kavramaları gidermedeki etkisini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. BDÖ'nün (Dönmez Usta, 2011; Feyzioğlu, 2006; Özmen, 2008) ve farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanımının (Çalık, 2006; Çalık, Okur ve

Taylor, 2010; Demirci ve Özmen, 2012; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Kolomuç, 2012) öğrencilerin alternatif kavramalarını gidermede olumlu etkilerini ortaya koyan çalışmalar literatürde de mevcuttur. MTY ile ilgili BDÖ'nün kullanıldığı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Özmen 2011a; Sanger ve diğ., 2007; Yeziarski, 2003). Ayrıca MTY ile ilgili kavramların öğretiminde, zenginleştirilmiş BDÖ materyali içerisinde kullanılan KDM, ÇY, TGA, KH, AÇT ve analogiler gibi farklı yöntem ve teknikler kullanılarak kavramsal yapılardaki farklılaşmanın gerçekleştiği ve öğrencilerde kalıcı öğrenmenin sağlandığı son yıllarda yapılan birçok çalışmada rapor edilmiştir (Adadan ve diğ., 2009; Beerenwinkel ve diğ., 2011; Chang ve diğ., 2001; Çalık ve diğ., 2008; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Gabel, 2002; Johnson ve Papageorgiou, 2010; Kokkotas ve diğ., 1998; Meheut, 2004; Noh ve Scharmann, 1997; Özmen 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Pierri ve diğ., 2008; Stern ve diğ., 2008). Farklı yöntemlerin birlikte kullanıldığı MTY ile ilgili çalışmalarda ise genellikle iki yöntem ya da tekniğin birlikte kullanıldığı görülmektedir (Durmuş ve Bayraktar, 2010; Meheut, 2004; Özmen, 2011a). Ayrıca literatürde son yıllarda çoklu gösterimlerin MTY ile ilgili öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine etkisini ortaya koyan çalışmalar dikkat çekmektedir (Adadan, 2006, 2013; Adadan ve diğ., 2009, 2010; Bunce ve Gabel, 2002).

MTYKT'nin her üç uygulamasından elde edilen verilere uygulanan ANOVA analizi sonucunda, hem deney grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)} = 138,242$, $p < .01$] hem de kontrol grubu öğrencilerinin [$F_{(2-80)} = 11,086$, $p < .001$] ön test, son test ve gecikmiş test uygulamasından aldıkları puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir. Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda ön test ile gecikmiş test arasında gecikmiş test lehinde anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < .01$). Bu ortalama fark son testte olduğu gibi gecikmiş testte de deney grubunda (39,29) kontrol grubuna göre (10,32) oldukça yüksektir. Benzer sonuçlar KCGKT'nin birinci bölümünden de elde edilmiştir. Buradan hareketle deney grubu öğrencilerinin son testte elde ettikleri alternatif kavramaları gidermedeki başarılarını aynı oranda gecikmiş testte de devam ettirdikleri söylenebilir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda BDÖ'nün (Kolomuç, 2009) ve farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanımının (Şahin, 2010) öğrencilerin alternatif kavramalarını giderme ve kavramsal yapılarındaki farklılaşmayı sağlamada kalıcı etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Son test ile gecikmiş test arasında ise her iki grupta arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($p > .01$). Bu sonuç hem deney grubunda hem de kontrol grubunda yapılan öğretimlerin kalıcı olduğunu göstermektedir. Deney grubunda yapılan öğretimin kalıcı olması materyalin etkisi ile açıklanabilirken, kontrol grubunda yapılan öğretimin kalıcılığı 5E modeli ile açıklanabilir. Zira BDÖ'nün (Hançer, 2005;

Kolomuç, 2009) ve 5E modelinin (Kolomuç, 2012; Şahin, 2010) öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisi sınırlı sayıda da olsa yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir

Çalışmada kullanılan öğretim materyallerinin öğrenci fikirleri üzerindeki etkisi bazı durumlarda son testte değil de, gecikmiş testte ortaya çıkmıştır. Bazı sorularda öğrencilerin gecikmiş testte son teste göre daha az alternatif kavramaya sahip oldukları görülmüştür. Örneğin deney grubunda, KCGKT'nin I. bölümünde 2, 9, 17, 18, 21, 23, 33, 34. yargılarda gecikmiş testte doğru cevaplanma oranı son teste göre daha yüksektir. Benzer durum MTYBT'nin 1. sorusunda da görülmektedir. Bazı sorularda gecikmiş testteki doğru cevaplanma oranlarının son teste göre daha yüksek olması kavramsal farklılaşmanın gerçekleşebilmesi için uzun zamana ihtiyaç olabileceği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu sonuç, kısa süreli bir müdahalenin ardından öğrencilerin fikirlerinin hemen değişmeyebileceğini, kavramsal farklılaşmanın uzun zaman gerektirdiği ve bilimsel fikirlerin bireyin zihninde yapılandırılması sürecinin müdahaleden uzun süre sonrasında bile halen devam ettiğini ifade etmektedir. Benzer sonuçlar Costu (2006), Çalık (2006) ve Ünal (2007) tarafından yapılan çalışmalarda da ortaya konmuştur.

Genellikle ön testte anlamaları zayıf olan ve alternatif kavramalara sahip öğrencilerin son testte bu anlamalarını artırdıkları ve alternatif kavramalarını düzelttikleri görülmüştür. Genel olarak gecikmiş testte soruların doğru cevaplanma oranı son teste göre az da olsa düşse de bazı öğrencilerin gecikmiş testte ön testte sahip oldukları anlama seviyelerine ya da alternatif kavramalarına geri döndükleri görülmüştür. Örneğin KCGKT I. bölümünde 31. yargıda sıvı haldeki maddelerin sıkıştırıldığında taneciklerinin hızlarının değişeceğine inanan öğrencilerin oranı son testte (%51,3) ön teste göre (%73,1) azalmasına rağmen gecikmiş testte (%75,6) tekrar ön testteki oranlara geri dönmüştür. Öğrenciler öğretim öncesinde sahip oldukları ön ve alternatif kavramalarını zihinlerinde güçlü bir şekilde yapılandırmış olduklarından, öğretimden hemen sonra kazanmış oldukları, belki başka fikirlerle destekleyemedikleri veya farklı alanlarda uygulayarak faydalı olduğunu hissedemedikleri yeni fikirleri zaman içinde terk etmiş, belli bir zaman geçtikten sonra hatalı olan eski kavramalarına dönüş yapmışlardır. Çalışmadan elde edilen bu sonuç; kısa süreli bir müdahaleden sonra öğrencilerin fikirlerini değiştirmelerine rağmen, belli bir süre sonra tekrar eski kavramalarına döndüklerini (Taber, 2001; Teichert ve Stacy,2002) ve ön ve alternatif kavramaların değişime dirençli olduklarını ifade etmektedir (Nakhleh, 1992; Taber, 2001; Tsai, 1999).

Bazı kavramlarla ilgili olarak öğrencilerin öğretim öncesi sahip oldukları alternatif kavramalarını KCGKT'nin 30. ve 35. yargılarında olduğu gibi öğretimin hemen sonrasında veya uzun süre sonrasında değiştirmeyerek, fikirlerinde kavramsal farklılaşmayı gerçekleştiremedikleri ortaya çıkmıştır. Bu durum da yine, öğrencilerin zihinlerinde

önceden oluşturdukları kavramların, yani ön kavramaların, değiştirilmeye veya değişime karşı ne kadar dirençli olduklarının bir göstergesidir (Griffiths ve diğ., 1988; Garnett ve Treagust, 1992; Quilez ve Solaz, 1995; Tsai, 1999). Hatta bazı öğrencilerin öğretim öncesinde sahip olmadıkları bu alternatif kavramalara uygulanan öğretimin uzun süre sonrasında (gecikmiş testte) sahip oldukları belirlenmiştir. Bu durum uygulanan öğretim sürecinde tartışılan alternatif kavramaların öğrenciler tarafından zihinde tutulmasından, öğretim esnasında sunulan bilimsel fikirlerin, ifade ve modellemelerin öğrenciler tarafından yanlış yorumlanmasından ya da ilgili alternatif kavramalara yönelik materyal içerisinde kalıcı kavramsal farklılaşmayı sağlayacak öğelere yeterince yer verilmemiş olmasından kaynaklanmış olabilir. Çalışmadan elde edilen mikroskobik ve makroskobik seviyedeki alternatif kavramalara yönelik bulgular detaylı olarak sonraki bölümlerde tartışılmıştır.

5. 2. 1. Mikroskobik Seviyedeki Kavramalara Yönelik Yapılan Tartışma

Bu bölümde MTY ile ilgili mikroskobik seviyedeki kavramlara yönelik tartışmalara yer verilmiştir. Testlerden (MTYBT, MTYKT, KCGKT) ve mülakatlardan elde edilen bulgular literatürle desteklenerek tartışılmıştır.

Test ve mülakatlardan elde edilen bulgular, maddelerin ısıtılması, soğutulması, hal değiştirmesi, sıkıştırılması, ezilmesi ve basınca maruz kalması gibi durumlarda taneciklerin özelliklerinde değişme olacağına dair her iki grupta da alternatif kavramaların öğretim sonrasında devam etmesine karşın öğretim öncesine göre bu alternatif kavramaların giderilmesinde deney grubu öğrencilerin kontrol grubu öğrencilerine göre genel olarak oldukça başarılı olduklarını ortaya koymaktadır. Ön testlerde (ÖT), deney grubu (DG) ve kontrol grubu (KG) öğrencilerinde birbirine yakın olan bu alternatif kavramalar, öğretim sonrası aradaki farkı ortaya koymasından dolayı aşağıda son test (ST) oranları üzerinden örneklendirilmiştir.

Elde edilen bulgular, öğrencilerin genellikle maddelerin makroskobik özelliklerini ve bu özelliklerdeki değişimleri taneciklere de uygulama eğiliminde olduklarını göstermektedir. Diğer bir deyişle öğrenciler, maddelerde meydana gelen sıkışma, genleşme, büzülme, hal değişimleri gibi fiziksel değişimlerin taneciklerindeki aynı şekildeki değişimlerden kaynaklandığına inanmaktadır. Bu durum öğrencilerin çeşitli alternatif kavramalar geliştirmelerine neden olmaktadır (Kenan, 2005). Zira literatürde öğrencilerin maddenin makroskobik özellikleriyle, taneciklerin özelliklerinin aynı olduğuna inanma eğiliminde olduklarını ortaya koyan çalışmalar yer almaktadır (Boz, 2006; Kokkotas ve diğ., 1998; Lee ve diğ., 1993; Stepans, 2003).

Maddenin tanecikli yapısı ve ilişkili kavramlarla ilgili öğrencilerin mikroskobik düzeyde sahip oldukları kavramalara yönelik tartışmalar alt başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

5. 2. 1. 1. Tanecikli Yapı Fikri İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Katı, sıvı ve gaz haldeki bütün maddelerin tanecikli ve boşluklu yapıda olduğunu belirten öğrencilerin oranı son testte ve gecikmiş testte (MTYBT'nin birinci ve MTYKT'nin ikinci soruları) deney grubunda kontrol grubuna oranla oldukça yüksektir. Bu durum deney grubunda kullanılan BDÖ materyalinin etkisi ile açıklanabilir. Zira bütün maddelerin tanecikli ve boşluklu yapıda olduğu, özellikle öğrencilerde tanecikli yapı fikrinin oluşmasının amaçlandığı BDÖ materyalinin birinci bölümündeki etkinliklerde vurgulanmıştır. Bu etkinliklerde, maddelerin tanecikli ve boşluklu yapıda olduğu katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin sıkıştırılması, genişmesi, çözünmesi ve yayılması ile ilgili günlük hayattan örneklerle öğrencilere kavratılmaya çalışılmıştır. Örneğin hava, su ve demir bulunan şırıngaların sıkıştırılması ile ilgili animasyonun yer aldığı "Şırınga" etkinliğinde havanın sıkıştırılabilmesi tanecikli ve boşluklu yapısı ile açıklanmıştır. Geliştirilen tanecik simülasyonlarında ise demir ve su tanecikleri arasındaki boşluklar gösterilirken, sıkışmamasının nedeni olarak taneciklerin temas halinde olması gösterilmiştir. Kontrol grubunda da benzer etkinliklere (Hangisi sıkışır?, Şekere ne oldu? vb.) yer verilmesine rağmen, deney grubuna göre çok daha fazla sayıda öğrencinin bütün maddelerin tanecikli ve boşluklu yapıda olmadığı alternatif kavramasına sahip olması, yapılan etkinliklerde öğrencilerin taneciklerin davranışını gözlemleyememesinden ve zihinlerinde yeterince canlandıramamasından kaynaklandığı söylenebilir. Zira literatürde yapılan bir çok çalışma, öğrencilerin maddeleri tanecikli ve boşluklu yapıda değil de sürekli (bütünsel) bir yapıda olduğunu düşündüklerini ortaya koymaktadır (Adadan ve diğ., 2009, 2010; Ayas ve diğ., 2010; Ayas ve Özmen, 2002; Benson ve diğ., 1993; Flores-Camacho, 2007; Griffiths ve Preston, 1992; Hatzinikita, 2005; Jimenez Gomez ve diğ., 2006; Johnson, 1998a, 1998b; Johnson ve Papageorgiou, 2010; Krnel ve diğ., 1998; Lee ve diğ., 1993; Liu ve Lesniak, 2006; Margel ve diğ., 2008; Nakhleh ve diğ., 2005; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Papageorgiou ve diğ., 2008; Snir ve diğ., 2003; Treagust ve diğ., 2010). BDÖ materyalinin I. bölümünde maddelerin sıkıştırılması, genişmesi, çözünmesi ve dağılması ile ilgili altı farklı etkinlikle tanecikli yapı fikrinin net olarak oluşturulmaya çalışılmasının gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. MTYKT'nin 2. sorusunda katı ve sıvıların bütünsel yapıda yapıda olduğunu düşünen deney grubu öğrencilerinin oranının kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık yarısı olması, deney grubunda kullanılan

BDÖ materyalinde katıların sıkıştırılmayışı, metallerin genişmesi, tuz ve şekerin çözünmesi ile ilgili etkinliklerin, öğrencilerin katı haldeki maddelerin tanecikli ve boşluklu yapılarını anlamaları üzerine etkili olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, öğrencilerin katı maddeler için daha çok sürekli gösterimleri kullandıkları çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur (Ayas, 1995; Ayas ve Özmen, 2002; Kenan, 2005; Novick ve Nusbaum, 1978, 1981). Bu nedenle materyal içerisinde farklı etkinliklerde çok sayıda katı maddenin tanecikli gösterimlerine yer verilmiş ve materyal içerisinde yer verilen KDM'lerle ve TGA'ya göre yapılan sınıf içi tartışmalarla bu alternatif kavramanın önüne geçilmeye çalışılmıştır.

MTYKT'nin birinci sorusunun ilk aşamasında son testte deney grubu öğrencilerinin tamamı bütün maddelerin tanecikli yapıda olduğunu belirtmesine karşın, gerekçesiyle birlikte her iki aşamayı doğru cevaplayan öğrencilerin oranı kontrol grubundan daha düşüktür. Detaylı olarak incelendiğinde, birinci aşamayı doğru olarak işaretleyen birçok öğrencinin ikinci aşamada, sorunun birinci aşamasına gerekçe olmayacak doğru bilgiler içeren seçenekleri işaretlediği görülmektedir. Bu seçeneklerdeki ifadelerin de BDÖ materyalinde tanecikli yapı fikri oluşturulurken kullanılan "Çıplak gözle bakıldığında madde sürekli (bütünsel) yapıda görülür" ve "Maddeler ışık mikroskopuyla bakıldığında sürekli (bütünsel) yapıda görülür" şeklindeki ifadeler olduğu dikkat çekmektedir. Mülakatın 7. ve 9. sorularında da deney grubu öğrencilerinin tamamı yaptıkları çizimlerde tanecikli gösterimleri kullanmıştır. Öğrenciler, yedinci soruda su, buz ve su buharının taneciklerinin, dokuzuncu soruda ise bir maddenin katı, sıvı ve gaz halinin taneciklerini çizerek göstermişlerdir. MTYBT'nin birinci sorusuna göre bu soruların yapıma oranının yüksek olmasının, sorularda kullanılan "tanecikli yapı" ve "tanecikli ve boşluklu yapı" ifadelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumun, özellikle kontrol grubu öğrencilerinin, bilhassa katıları boşluklu yapıda düşünmemelerinden kaynaklandığı görülmektedir. MTYKT'nin ikinci sorusunda bütün maddelerin tanecikli ve boşluklu yapıda olduğunu belirten öğrencilerin oranının özellikle kontrol grubunda son testte ve gecikmiş testte oldukça düşük olması bu düşünceyi desteklemektedir. Benzer şekilde KCGKT'nin II. bölümünde de kontrol grubunda katı, sıvı ve gazların tanecikli yapıda olduğunu belirten öğrencilerin oranı daha düşüktür. Bu durumda, MTYBT, MTYKT ve KCGKT'den elde edilen bulgular arasındaki farklılığın kullanılan test türünden kaynaklandığı söylenebilir. Zira test formatının kavramsal farklılaşma ile ilgili yapılan araştırmaların sonuçları üzerinde etkili olması (Bar ve Travis, 1991; Kenan, 2005) alternatif kavramaların belirlenmesinde farklı veri toplama araçlarının birlikte kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Her iki grupta da benzer etkinliklere yer verilmesi ve aynı alternatif kavramaların irdelenmesine rağmen, elde edilen sonuçlar BDÖ materyalinin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin tanecikli yapı fikrini anlamada ve alternatif kavramalarını gidermede kontrol

grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumun BDÖ materyalinde yer alan tüm konu ve etkinliklerde maddelerin tanecikli ve boşluklu gösterimlerine yer verilmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Zira günümüz bilgisayar teknolojisinin hareketli, sesli ve hatta etkileşimli yazılımlarla, animasyon ve simülasyon örnekleri ile özellikle fen kavramlarının öğretiminde çok daha etkili olduğu belirtilmektedir (Bunce ve Gabel, 2002; Wu ve diğ., 2001; Yeziarski ve Birk, 2006). Birçok çalışmada geliştirilen ve kullanılan yazılımların mikro düzeyde gerçekleşen olayların anlaşılmasında (Ardaç ve Akaygün, 2004; Doymuş ve diğ., 2009; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Russell ve Kozma, 1994; Sanger ve diğ., 2000, 2007; Wu ve diğ., 2001) ve bilgisayar destekli materyallerin MTY'nin öğretiminde etkili olduğu ortaya konulmuştur (Doymuş ve diğ., 2009; Özmen, 2011a; Papageorgiou ve diğ., 2008; Pierri ve diğ., 2008; Snir ve diğ., 2003).

5. 2. 1. 2. Tanecik Büyüklüğü İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

MTYKT, KCGKT ve mülakatlardan elde edilen bulgular tanecik büyüklüğü ile ilgili olarak deney grubu öğrencilerinin anlamalarının daha iyi olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin MTYK'nin üçüncü sorusunda, ön testte daha az olmasına karşın, son testte ve gecikmiş testte, sıkışan hava taneciklerinin şeklinin değişmeyeceğini, sadece taneciklerin arasındaki boşlukların değişeceğini gerekçesiyle birlikte doğru olarak belirten öğrencilerin oranı kontrol grubunun iki katından daha fazladır. Benzer şekilde alternatif kavramalara sahip olma oranı da deney grubunda daha düşüktür. MTYKT'nin üçüncü sorusunda deney grubunda daha az olmak üzere bazı öğrenciler sıkıştırmanın etkisiyle, şırınga içerisindeki hava taneciklerinin küçüleceği alternatif kavramasına sahiptir (KG: %19,5; DG: %7,3). KCGKT'nin I. bölümünde de öğrencilerin sıkıştırılan katı, sıvı ve gaz taneciklerinin büyüklüğünün değişeceği alternatif kavramasına sahip oldukları belirlenmiştir. Bu oranlar deney grubunda kontrol grubunun yaklaşık yarısı kadardır. Benzer şekilde mülakatlarda, deney grubunda öğrencilerin tamamı tanecik büyüklüğünde değişme olmayacağını belirtirken, kontrol grubunda ise iki öğrenci (KO2 ve KA2) şırınga içerisinde sıkıştırılan hava taneciklerinin küçüleceğini belirtmiştir. Bu alternatif kavramaların deney grubunda daha az olmasının, kullanılan materyalin etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. Zira materyalin I. bölümünde "Şırınga" etkinliğinde demir, su ve hava örneği üzerinden katı, sıvı ve gazların sıkıştırılabilirliğinin tanecik düzeyinde tartışıldığı bir animasyon yer almaktadır. Bu animasyonda sıkıştırma sonucu demir, su ve hava taneciklerinin büyüklüğünde herhangi bir değişiklik olmayacağı tanecik simülasyonlarıyla gösterilmiştir. TGA'ya göre yürütülen etkinlikte ayrıca KDM'lere, sıkıştırılabilir katılarla ilgili bir

animasyona ve son kısmında ise maddelerin sıkıştırılabilirliklerine göre sınıflandırılmasını içeren sürükle-bırak değerlendirme animasyonuna yer verilmiş ve etkinlikle birlikte çalışma yaprakları kullanılmıştır. Buna karşılık kontrol grubunda da benzer bir etkinlik olan “Hangisi sıkışır?” etkinliği yer almaktadır. Buna rağmen gruplar arasındaki farklılıkta BDÖ materyalinde konuya tanecik düzeyinde etkileşimli olarak yer verilmesinin, TGA yöntemi ve KDM’lerin kullanılmasının konunun daha iyi anlaşılmasında ve alternatif kavramaların giderilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Zira hareketli, sesli ve hatta etkileşimli yazılımlarla, animasyon ve simülasyon örneklerinin özellikle fen kavramlarının öğretiminde (Bunce ve Gabel, 2002; Yeziarski ve Birk, 2006) ve mikro düzeyde gerçekleşen olayların anlaşılmasında çok daha etkili olduğu belirtilmektedir (Ardaç ve Akaygün, 2004; Doymuş ve diğ., 2009; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Russell ve Kozma, 1994; Sanger ve diğ., 2007; Wu ve diğ., 2001). Ayrıca farklı yöntem ve tekniklerin kullanımı öğrenci başarısının artırılmasında ve alternatif kavramaların giderilmesinde etkili olmaktadır (Karslı, 2011; Kolomuç, 2012; Şahin, 2010).

Özellikle kontrol grubu öğrencilerinde oldukça fazla görülen taneciklerin büyüklüğünde değişme olacağı alternatif kavraması, gazların sıkıştırılabildiğini bilen öğrencilerin bu sıkışmanın nedeni olarak taneciklerin küçülmesini düşünmelerinden kaynaklanmış olabilir. Literatürde de öğrencilerin “Maddeler sıkıştırıldığında tanecikleri küçülür” alternatif kavramasına sahip olduğu belirtilmektedir (Özmen ve Kenan, 2007). Sıvıların tanecikli yapısının katılarla gazlar arasında düşünülmesinin bir sonucu olarak da sıvıların sıkıştırılabileceği ve taneciklerinin küçüleceği yönünde öğrenciler alternatif kavrama göstermiş olabilir. Boşluklu katılarda ise maddelerin bu boşluklara doğru sıkıştırılabilmesinin öğrencilerde katıların sıkıştırılabileceği yanılgısına düşmelerine ve bunun sebebi olarak da sıkışmanın etkisiyle taneciklerin küçüleceği fikrinin ortaya çıkmasına sebep olabilir. Sıvıların sıkıştırılması sonucu taneciklerinin büyüklüklerinin değişeceği alternatif kavramasına sahip olan öğrencilerin oranlarının katı ve gazlara göre az olması da öğrencilerin gazların ve gözenekli katıların sıkıştırılabilmesine karşın sıvıların sıkıştırılamayacağını düşünmeleri ile açıklanabilir. Ayrıca kontrol grubunda daha fazla olmak üzere, az sayıda bir sıvının taneciklerinin diğerinin taneciklerini ezerek küçüleceği ve ezilen teneke kutunun atomlarının hacminin küçüleceği alternatif kavramalarına sahip oldukları görülmüştür. Horton (2001) ve Tezcan ve Salmaz (2005) tarafından yapılan çalışmalarda belirlenen “Bakır bir cisim ezilerek düzleştirildiğinde bakır atomları ezilir.” alternatif kavraması bu tür kavramalara literatürden örnek olarak verilebilir. Elde edilen bu sonuçlar öğrencilerin maddelerde meydana gelen fiziksel değişikliklerin aynı şekilde taneciklerde de görüldüğüne inandığını ortaya koymaktadır.

MTYKT'nin beşinci sorusunda son testte bir kontrol grubu öğrencisi, ısı etkisiyle tanecikler arasındaki boşlukların artacağı gerekçesiyle "Isınan maddenin taneciklerinin büyüklüğünde meydana gelen değişimlerden dolayı, maddeler genişler ve daha çok yer kaplar." ifadesinin yanlış olduğunu belirterek soruyu doğru cevaplamıştır. Deney grubunda doğru cevaplanma oranı ise %43,9'dur. Son testte gerekçe olarak ise kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık yarısı, deney grubu öğrencilerinin ise üçte biri ısı etkisiyle taneciklerin genişleceği alternatif kavramasını ileri sunmuştur. Hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık dörtte birinin gerekçe olarak tanecikler arası boşlukların değişmesini doğru olarak belirtirken sorunun birinci aşamasını yanlış yapması, iki aşamalı sorunun ilk aşamasının öğrenciler tarafından iyi anlaşılmadığı şeklinde yorumlanabilir. Zira KCGKT'nin I. bölümünde 17. ve 21. yargılarda maddeler ısıtıldığında ve soğutulduğunda kontrol grubu öğrencilerinin yarısından fazlası taneciklerinin büyüklüğünün değişeceğini belirtmesine karşın deney grubu öğrencilerinin yaklaşık dörtte biri bu alternatif kavramayı göstermiştir. Bu alternatif kavramaya sahip öğrencilerin çoğunluğu da maddeler ısıtıldığında taneciklerin büyüklüğünün artacağına, soğutulduğunda ise azalacağına inanmaktadır. Elektrik tellerinin kışın gergin, yazın ise gevşek olmasının sebebinin sorulduğu mülakatın ikinci sorusuna ise verilen cevaplarda kontrol grubundan iki öğrenci (KÜ2 ve KA2) tanecik büyüklüğünün değişeceğini ve genişleyen teldeki taneciklerin büyüyeceğini belirtmiştir. Örneğin KÜ2, yazın sıcakta elektrik tellerinin sarkmasına, taneciklerin büyüyerek telin boyunun artmasının sebep olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde geceleyin balkonda bırakılan topun yumuşamasının sebebinin sorulduğu mülakatın beşinci sorusuna üç öğrenci (KÜ2, DA2 ve KA1) verdikleri cevaplarda tanecik büyüklüğünün değişeceğini belirtmiştir. Örneğin KÜ2 ısınan taneciklerin büyüyeceğini, soğuyan taneciklerin ise küçüleceğini, DA2 ısınan taneciklerin büyüyeceğini, KA1 ise soğuyan taneciklerin küçüleceğini belirtmiştir. Mülakatlardan elde edilen sonuçlarda da görüldüğü gibi deney grubunda taneciklerin büyüklüğünün değişeceği alternatif kavramasına sahip olan öğrencilerin oranı kontrol grubuna göre oldukça az olsa da ciddi düzeydedir. Bu durum öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramaların değişime karşı direnç göstermesi ve öğrencilerin yeni verilen bilgileri zihinlerinde tam olarak yerleştirememiş olabilmeleri ile yorumlanabilir. Zira deney grubunda kullanılan zenginleştirilmiş BDÖ materyali içerisinde metallerin genişmesinin tartışıldığı "Metal Küre" ve gazların genişmesinin tartışıldığı "Balon" etkinlikleri yer almaktadır. TGA yönteminin kullanıldığı bu etkinliklerde genişleme olayları animasyonlar üzerinden tanecikler düzeyinde tartışılmıştır. "Metal küre" etkinliğinde, başlangıçta halkadan geçebilen metal kürenin ısıtıldıktan sonra halkadan geçmemesini gösteren animasyon ve videoya yer verilmiş ve metal kürenin taneciklerini gösteren simülasyon kullanılmıştır.

“Balon” etkinliğinde ise içinde hava bulunan bir şişenin ağzına takılan balonun şişe ısıtılınca şişmesini canlandıran animasyona yer verilmiş ve hava taneciklerini gösteren simülasyon kullanılmıştır. Bu simülasyonlarda ve KDM’lerde tanecik büyüklüğünde değişme olmayacağı tartışılmıştır. Buna rağmen, istenilen sonucun elde edilememesi öğrencilerin kökleşmiş düşüncelerini değiştirmenin oldukça zor olduğunu (Duit ve Treagust, 2003) ortaya koymaktadır. Zira literatürde öğrencilerin ısıtma ve soğutma sırasında taneciklerin büyüklüğünün değişeceği (Ayas, 1995; Griffiths ve Preston, 1992; Kenan, 2005; Özmen ve diğ., 2002; Valanides, 2000), ısıtıldığında taneciklerin büyüyeceği, soğutulduğunda ise küçüleceği (Kenan, 2005; Lee ve diğ., 1993; Özmen ve diğ., 2002) alternatif kavramalarına sahip oldukları birçok çalışmada ortaya konmuştur. Ayrıca bu durum Bodner’in (1990) ne kadar kaliteli bir öğretim yapılırsa yapılsın, öğrencilerin kavramı kendi algıladığı şekilde yapılandıracağı yönündeki açıklaması ile de yorumlanabilir.

Erime, donma, buharlaşma ve yoğunlaşma gibi hal değişimleri sırasında taneciklerin büyüklüğünün değişeceği alternatif kavraması, KCGKT’nin I. bölümünden elde edilen verilere göre, kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık yarısında (%36,6 - %53,6) görülmesine karşın deney grubunda ise (%14,6 - %24,4) oldukça düşüktür. Kontrol grubu öğrencileri en çok donma anında, deney grubu öğrencileri ise buharlaşma anında tanecik büyüklüğünün değişeceğine inanmaktadır. Deney grubunda alternatif kavramaya sahip öğrencilerin oranının kontrol grubuna göre oldukça düşük olması kullanılan BDÖ materyalinin etkisi ile açıklanabilir. BDÖ materyali içerisinde üçüncü bölümde yer alan “Fiziksel değişim” etkinliği ile dördüncü bölümde yer alan “Hal değişimi” etkinliğinde hal değişimleri sırasında taneciklerin hareketliliğinin ve tanecikler arası boşlukların değiştiği fakat taneciklerin büyüklüğünde değişiklik olmayacağı tanecik simülasyonları ve KDM’lerle açıklanmıştır. Literatürde de, öğrencilerin farklı hallerde maddenin taneciklerinin büyüklüğünün aynı olmadığı, (Adadan ve diğ., 2010; Adbo ve Taber, 2009; Boz, 2006; Gabel ve diğ., 1987; Gomez Crespo ve Pozo, 2004; Griffiths ve Preston, 1992; Kenan, 2005; Lee ve diğ., 1993; Özmen ve diğ., 2002; Özmen ve Kenan, 2007; Özmen, 2011a, b; Pereira ve Pestana, 1991; Tsai, 1999; Valanides, 2000), hal değişimi sırasında taneciklerin büyüklüğünün değişeceği (Kenan, 2005; Pereira ve Pestana, 1991, 1999) yönünde alternatif kavramalara sahip olduğu bilindiği için bu alternatif kavramaların giderilmesine yönelik animasyonlara, KDM’lere ve tartışmalara BDÖ içerisinde ve uygulamalar esnasında yer verilmiştir. Testlerin aksine mülakatın 7. ve 9. sorularında ise öğrencilerin tamamı maddelerin farklı hallerinde ve hal değişimlerindeki tanecik büyüklüğündeki farklılıkların dikkatsizlikten kaynaklandığını belirtmiştir. Öğrencilerin açıklamaları bu şekilde olsa da çizimlerde taneciklerin farklı büyüklükte olması

bilinçaltında böyle bir düşüncenin varlığını düşündürmektedir. Zira öğrencilerin bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilerle alternatif kavramaları bir arada tutabildikleri belirtilmektedir (Gilbert, Osborne ve Fensham 1982).

5. 2. 1. 3. Tanecik Sayısı İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

MTYKT, KCGKT ve mülakatlardan elde edilen bulgular deney grubu öğrencilerinin anlamalarının daha iyi olduğunu ve daha az oranda tanecik sayısı ile ilgili alternatif kavramaya sahip olduklarını ortaya koymaktadır. KCGKT'nin I. bölümünde, katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin sıkıştırıldığında, kontrol grubu öğrencilerinin üçte birinden fazlası tanecik sayısının değişeceğine inanırken, bu alternatif kavramaya sahip öğrencilerin oranı (%7,3 - %17,1) deney grubunda oldukça düşüktür. Bu düşük oran BDÖ materyalinde yer verilen "Şırınga" etkinliğinin öğrencilerin tanecik sayısı ile ilgili alternatif kavramalarını gidermede etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Zira "Şırınga" etkinliğinde, diğer bazı etkinliklerde olduğu gibi tanecikler sırayla numaralandırılmış, eşleştirilerek karşılaştırılmış ve KDM'lerle tartışılmıştır. Ayrıca öğrencilerin maddelerin sıkıştırılması sonucu tanecik sayısında değişme olacağı alternatif kavramasına sahip olduğu Özmen ve Kenan (2007) tarafından yapılan çalışmada da ortaya konmuştur.

KCGKT'nin I. bölümünde, maddeler ısıtıldığında ya da soğutulduğunda maddelerin taneciklerinin sayısının değişeceğine kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık yarısı inanırken, deney grubu öğrencilerinin ise beşte biri bu alternatif kavramaya sahiptir. Deney grubunda alternatif kavramaya sahip olan öğrencilerin oranının kontrol grubuna göre oldukça düşük olması BDÖ materyalinin etkisini ortaya koymaktadır. Zira BDÖ materyalinin birinci bölümünde yer alan "Metal küre" ve "Balon" etkinliklerinde tanecik simülasyonlarına yer verilmiştir. Alternatif kavramaların giderilmesinde, bu simülasyonlarda tanecik sayılarının ısıtılmadan önce ve ısıtıldıktan sonra karşılaştırılmasının, KDM'lerin kullanılmasının ve TGA'ya uygun tartışmaların yapılmasının etkili olduğu söylenebilir. Öğrencilerin, ısıtma ve soğutma durumunda tanecik sayısının değişeceğine inandıkları yapılan farklı çalışmalarda ortaya konmuştur (Erdem ve diğ., 2004; Özmen ve Kenan, 2007). Deney grubunda eşit olmasına karşın, kontrol grubunda bu alternatif kavramaya sahip öğrencilerin çoğunluğu maddeler ısıtıldığında ve soğutulduğunda taneciklerin sayısının azalacağına inanmaktadır. Birbirinin zıttı durumlar olan hem ısıtıldığında hem de soğutulduğunda tanecik sayısının azaldığının belirtilmesi öğrencilerin soruların cevaplanmasında yeterince dikkatli ve tutarlı davranmadığını düşündürmektedir.

KCGKT'nin I. bölümünde kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık yarısı hal değişimleri sırasında taneciklerin sayısının değişeceği yönünde alternatif kavramaya sahip iken

deney grubunda öğrencilerin onda biri erime ve donma olayları sırasında, beşte biri buharlaşma ve dörtte biri ise yoğunlaşma sırasında tanecik sayısının değişeceği alternatif kavramasına sahiptir. Deney ve kontrol grubu oranları arasındaki önemli fark deney grubunda kullanılan BDÖ materyalinin etkili olduğunu göstermektedir. Zira BDÖ materyali içerisinde yer alan “Fiziksel değişim” ve “Hal değişimi” etkinliklerindeki animasyonların, tanecik simülasyonlarının, KDM’lerin ve TGA kapsamında yer verilen tartışmaların öğrencilerin hal değişimi sırasında tanecik sayısında değişim olacağına dair alternatif kavramalarını gidermede etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin hal değişimi esnasında taneciklerin sayısının değişeceği (Devetak, Vogrinc ve Glazar, 2010; Gabel ve diğ., 1987; Lee ve diğ., 1993; Özmen ve Kenan, 2007; Özmen, 2011a, b), madde katı halden sıvı ve gaz hale geçince taneciklerinin sayısının azalacağı (Gabel ve diğ., 1987; Özmen ve Kenan, 2007) gibi alternatif kavramalara sahip oldukları bilindiğinden, BDÖ materyali içerisinde bu alternatif kavramaların giderilmesine yönelik etkinliklere yer verilmiştir. Deney grubunda buharlaşma ve yoğunlaşma olayları sırasında tanecik sayısının değişeceğine inanan öğrencilerin oranının, erime ve donma olayları esnasında tanecik sayısının değişeceğine inananların iki katı olması, maddelerin açık bir kapta bulduklarını ve kapı terk edeceklerini düşünmelerinden kaynaklanmış olabilir.

Mülakatlarda ise öğrencilerin yaptıkları çizimlerde sıkıştırma, genleşme, büzülme ve hal değişimi olaylarında çoğunlukla tanecik sayısında farklılıklar olmasına rağmen, bu şekilde çizimlerinin nedeni sorulduğunda çoğunluğu, dikkat etmediklerini, öylesine çizdiklerini fakat tanecik sayısında değişme olmayacağını belirtmişlerdir. Mülakatın birinci sorusunda yalnızca kontrol grubundan bir öğrenci (KA2) şırınga içerisinde sıkıştırılan hava taneciklerinin sayısının artacağını belirtmiştir. Bunun nasıl olacağı sorulduğunda ise bölünerek bir tanesinin iki tane olması ile gerçekleşeceğini belirtmiştir. Böyle bir düşünce taneciklerin canlıymış gibi (hücre gibi) düşünülmesinden kaynaklanabilir. Öğrencilerin taneciklere canlıların özelliklerini affettikleri Kenan (2005), Nicoll (2001) ve Ünal (2003) tarafından yapılan çalışmalarda da belirlenmiştir. Öğrencilerin bu tür alternatif kavramalara sahip oldukları bilindiğinden BDÖ materyali içerisinde I. bölümde “Nereye kadar?” adlı etkinlikte canlıların atomlarının da canlı olup olmadığı tartışılmış ve uzaydan başlayıp bir insanın hücrelerini oluşturan taneciklere kadar yaklaşmayla canlı-cansız birçok maddenin aynı taneciklerden oluştuğu vurgulanmıştır.

5. 2. 1. 4. Tanecik Hareketi İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Buz, su, su buharı ve kolonya taneciklerinin hareketleriyle ilgili yargıların yer aldığı MTYBT’nin 20. sorusunu doğru cevaplayan deney grubu öğrencilerin oranının (%65,9)

kontrol grubuna göre oldukça yüksek olması (%29,3), deney grubunda yapılan öğretimin öğrencilerin taneciklerin hareketi ile ilgili anlama düzeylerini artırmada kontrol grubuna nazaran oldukça etkili olduğunu ortaya koymaktadır. MTYKT'nin 16. sorusunda ise deney grubu öğrencilerinin yarısı son testte ve gecikmiş testte sıvılar donduğunda taneciklerin donmayacağını, taneciklerin arasındaki boşlukların azalacağını gerekçesiyle birlikte doğru olarak belirtmiştir. Bu oran ise kontrol grubunda oldukça düşüktür (17,1). Öğrencilerin donan sıvının taneciklerinin hareketsiz kalacağına yönelik alternatif kavramaya sahip deney grubu öğrencilerinin oranının (%14,6), kontrol grubuna göre (%39) oldukça düşük olması, benzer şekilde deney grubunda yapılan öğretimin alternatif kavramaları gidermede de etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin su, buz halinde iken moleküllerinin donacağı (Lee ve diğ., 1993) ve katı taneciklerinin hareketsiz olduğu (Adadan ve diğ., 2009; Adadan ve diğ., 2010; Adadan, 2013; Boz, 2006; Boz ve Boz, 2008; Kenan, 2005; Lee ve diğ., 1993; Osborne ve Cosgrove, 1983; Valanides, 2000) yönündeki bilinen alternatif kavramalarını gidermeye yönelik BDÖ materyali içerisinde dördüncü bölümde yer verilen "Katılar" etkinliğinde kullanılan analogi, simülasyonlar ve KDM'ler ile "Hal Değişimi" etkinliğinde kullanılan simülasyonun, KDM'lerin ve yapılan tartışmaların etkili olduğu anlaşılmaktadır. Zira her bir öğrencinin bir taneciği canlandığı analogi etkinliğinde katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin taneciklerinin hareketleri izlenmiş ve analogi haritası üzerinden tartışılmıştır. KDM'lerde belirtilen alternatif kavramalar üzerinde durulmuş, "Katılar" ve "Hal Değişimi" etkinliklerinde olduğu gibi ünite genelinde bütün katı maddelerin taneciklerinin gösteriminde taneciklerin titreşim hareketi canlandırılmıştır.

KCGKT'nin I. bölümünde taneciklerin hızları ile ilgili yargılarda kontrol grubu öğrencilerinde daha fazla olmak üzere, hem deney grubunda (%43,9 - %73,1 hem de kontrol grubunda (%54,1 - %75,7) yüksek ve birbirine yakın oranlarda öğrenciler katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin sıkıştırıldığında taneciklerinin hızlarının değişeceğine inanmaktadır. Deney grubunda yüksek oranda alternatif kavrama içeren cevapların olmasının, BDÖ materyali içerisinde sıkıştırılan maddelerin taneciklerinin hızlarında değişim olup olmayacağına dair içerik ve tartışmalara yer verilmemesinden kaynaklandığına inanılmaktadır. Zira "Şırınga etkinliğinde yer verilen KDM'lerde tanecikler arası boşluklardaki, taneciklerin büyüklüğündeki ve sayısındaki değişimlere yer verilmiş fakat tanecik hızlarına değinilmemiştir.

Literatürdeki aksine öğrencilerin çoğunluğu sıkıştırma ile birlikte tanecik hızlarının artacağına inanmaktadır. Zira Griffiths ve Preston (1992) öğrencilerin " Maddenin ne kadar çok boşluğu varsa tanecikleri o kadar hızlı hareket eder" şeklinde ifade ettiği alternatif kavramaya sahip olduklarını belirtmiştir. Maddelerin sıkıştırılması ile birlikte tanecik

hızlarının artacağı alternatif kavramasına sahip olan öğrenciler, hareket enerjileri artan gaz taneciklerinin daha fazla basınç uyguladığı düşüncesinden yola çıkarak, sıkıştırılan gazların basıncının artmasını tanecik hareketiyle ilişkilendirmiş olabilir. Ayrıca ısıtma ve soğutma durumlarında sürekli tanecik hareketlerine değinilirken sıkıştırma durumunda değinilmemesi alternatif kavramanın yüksek olmasında etkili olabilir. Zira maddeler ısıtıldığında kontrol grubu öğrencilerinin yarıdan fazlası, deney grubu öğrencilerinin ise yaklaşık üçte biri taneciklerin hızlarının değişmeyeceğine ya da azalacağına inanmaktadır. Maddelerin ısıtılmasında olduğu gibi soğutulmasında da taneciklerin hareketiyle ilgili alternatif kavramaya sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda (%46,1), deney grubuna (24,4) göre yaklaşık iki kat daha fazladır. Deney grubunda, ısıtma ve soğutma sonucu taneciklerin hareketlerindeki değişimle ilgili alternatif kavramaların daha düşük olması BDÖ materyalinde yer verilen “Balon” ve “Metal Küre” etkinliklerinin öğrencilerin alternatif kavramalarının giderilmesinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Zira literatürde var olduğu bilinen (Kenan, 2005; Özmen ve Kenan, 2007) bu alternatif kavramanın giderilmesine yönelik ve ısıtılan balondaki gazın ve metal kürenin genleşmesi ile ilgili etkinliklerde yer verilen animasyonların, KDM’lerin ve tartışmaların etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu etkinliklerde yer alan tanecik simülasyonlarında ısıtılan balonun içindeki gaz taneciklerinin ve ısıtılan metal kürenin taneciklerinin hareket enerjilerinin arttığı simülasyonlarla gösterilmiş ve bu gösterimler KDM’lerle ve tartışmalarla desteklenmiştir.

Erime, donma, buharlaşma ve yoğuşma gibi hal değişimi olayları sırasında taneciklerin hareketi ile ilgili deney grubunda alternatif kavramaya sahip öğrencilerin oranı KCGKT’nin birinci bölümünde son testte (%12,2-%21,9) kontrol grubuna (%37-%43,7) göre oldukça düşüktür. Erime ve buharlaşma olayları sırasında taneciklerin hızının azalacağı, donma ve yoğunlaşma olayları esnasında taneciklerin hızının artacağı ya da bu olaylar sırasında değişmeyeceği alternatif kavramasına (Kenan, 2005, Özmen ve Kenan, 2007) yönelik BDÖ materyali içerisinde “Fiziksel değişim” ve “Hal değişimi” etkinliklerinde TGA, KDM ve animasyonlara yer verilmiştir. Bu etkinliklerde suyun hal değişimi animasyonlarında kullanılan tanecik simülasyonları taneciklerin hareketlerinde meydana gelen değişimi göstermektedir. Bu değişimlerle ilgili KDM’lerle ve TGA’ya uygun çalışma yapraklarına yazılan öğrenci cevapları üzerinden tartışmalar yürütülmüştür. Bu şekilde yapılan öğretimin öğrencilerin hal değişimi sırasında taneciklerinin hareketi ile ilgili alternatif kavramaları gidermede etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

KCGKT’nin II. bölümünde katı, sıvı ve gaz haldeki bütün maddelerin taneciklerinin hareketli olduğunu deney grubu öğrencilerinin yarısı doğru olarak belirtirken bu oran kontrol grubunda onda biridir. Kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık yarısı, deney grubu öğrencilerinin ise üçte biri sadece sıvı ve gazların taneciklerinin hareketli olduğu alternatif

kavramasına sahiptir. Deney grubuna göre (%14,6) kontrol grubunda (%22) daha fazla olmakla birlikte bazı öğrenciler de sadece gazların taneciklerinin hareketli olduğuna inanmaktadır. Bu sonuç, Tsai (1999)'nin aktardığı Dow, Auld ve Wilson (1978) tarafından yapılan çalışmada elde edilen “Öğrenciler sıvı ya da gaz haldeki taneciklerin sabit hareketli oldukları ve katı haldeki taneciklerin ise hareketsiz olduklarına inanmaktadırlar” sonucu ile benzerdir. Ayrıca öğrencilerin katı halde taneciklerinin hareketsiz olduğuna inandıkları belirtilmektedir (Boz, 2006; Lee ve diğ., 1993). Bu alternatif kavramanın sebebi olarak katı taneciklerinin yapmış olduğu titreşim hareketinin öğrenciler tarafından hareket olarak kabul edilmemesi olabilir. Zira mülakatlar esnasında, bir öğrencinin mülakatın 7. sorusunda kullandığı “buz tanecikleri hareket etmez, titreşim yapar” ifadesi bu düşüncüyü desteklemektedir. Ayrıca ders kitaplarında ve dersin öğretiminde kullanılan “katı tanecikleri serbest hareket edemez” vb. ifadelerin de bu alternatif kavramanın özellikle kontrol grubunda yüksek olmasında etkisi olabilir. Katı, sıvı ve gaz haldeki bütün maddelerin taneciklerinin titreşim hareketi yaptığını (%41,5), sadece sıvı ve gazların öteleme hareketi yaptığını (KG: %61, DG: %65,9) ve sadece gazların bağımsız hareket ettiğini (%78) doğru olarak bilen öğrencilerin oranının her iki grupta da git gide arttığı görülmektedir. Bu durumun titreşim hareketi ile ilgili anlama güçlüğünden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Sadece katı taneciklerinin titreşim hareketi yaptığı alternatif kavramasına sahip olan öğrencilerin deney grubunda (%36,6), kontrol grubuna (%14,6) göre yaklaşık iki kat daha fazla olması materyalin bu alternatif kavramanın artmasına önderlik ettiğini düşündürmektedir. Bu alternatif kavrama ile ilgili deney grubu ön test, son test ve gecikmiş test oranlarına (%12,2-%36,6-%26,8) bakıldığında, kontrol grubunda bir değişim olmamasına karşın deney grubunda öğretim sonrası artması, yeni alternatif kavramaların oluştuğunu açıkça göstermektedir. Bu duruma materyal içerisinde ünitenin tamamına yönelik katıların gösteriminde taneciklerinin titreşim hareketinin olmasının etkili olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca gösterimlerde sıvı ve gaz taneciklerinin öteleme hareketi nedeniyle titreşim hareketlerinin göz ardı edilmesinin de etkili olduğuna inanılmaktadır. Her ne kadar BDÖ materyalinin son bölümünde “Katılar”, “Sıvılar” ve “Gazlar” adlı etkinliklerde bütün taneciklerin öteleme hareketi yaptığı vurgulanmış ve KDM’lerde ele alınmış, analogilerle desteklenmiş olsa da materyalin tamamının öğrencilerde oluşturduğu algıyı kırmaya yetmediği görülmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç, öğrencilerin önceki öğrenmelerinin sonrakileri etkilediğini, alternatif kavramaların da kavramlar gibi düşünce sisteminin bir parçası ve birbirleriyle etkileşim içerisinde olmaları nedeniyle yeni alternatif kavramaların gelişimine neden olabileceği (Çalık, 2006; Schmidt, 1997; Stavy, 1990; Ünal, 2007) düşüncesini desteklemektedir.

5. 2. 1. 5. Tanecikler Arası Boşluklar İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Hem katı, hem sıvı, hem de gaz haldeki maddelerin tanecikleri arasında boşluk bulunduğunu KCGKT'nin II. Bölümünde, doğru olarak belirten deney grubu öğrencilerinin oranı (%73,2) kontrol grubu öğrencilerine göre (%19,5) oldukça yüksektir. Bu sonuç özellikle kontrol grubu öğrencilerinin sahip olduğu anlama güçlüğüne açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Tsai (1999)'nin aktardığına göre, öğrencilerin maddenin üç hali için tanecikler arası uzaklıklar hakkında sorun yaşadıkları sonucu Periera ve Pestana (1991) tarafından yapılan çalışmada da ortaya konmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin yarısından fazlası, katı tanecikleri arasında boşluk bulunmadığı, sadece sıvı ve gaz tanecikleri arasında boşluk bulunduğuna dair alternatif kavramaya sahiptir. Bu alternatif kavrama deney grubunda oldukça düşüktür (%17,1). Öğrencilerin, maddelerin tanecikleri (Kenan, 2005; Kind, 2004) özellikle katı tanecikleri arasında (Demircioğlu ve diğ., 2004; Griffiths ve Preston, 1992; Kenan, 2005) boşluk olmadığı yönünde alternatif kavramalara sahip oldukları literatürde de ifade edilmektedir. Bu alternatif kavramanın kontrol grubunda bu denli yüksek olmasının nedeni olarak kitaplarda ve dersin öğretimi sırasında katıların tanecikli yapısı anlatılırken katıların tanecikleri arasındaki boşlukların “çok az” yerine “yok denecek kadar az” ya da “yoktur” gibi ifadelerle açıklanmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Zira bazı alternatif kavramaların öğretmen ve materyallerden kaynaklandığı sonucu birçok çalışmada ifade edilmektedir (Novick ve Nussbaum, 1981; Ünal, Coştu ve Ayas, 2010). Bu sonuç çalışma kapsamında geliştirilen ve deney grubunda kullanılan zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin etkisini ortaya koymaktadır. Zira özellikle materyalin birinci bölümünde “maddenin tanecikli ve boşluklu yapısı” fikrinin öğrencilerde iyi bir şekilde yerleşmesi amacıyla sayıları fazla tutulan etkinlikler (“Şırınga”, “Balon”, “Metal Küre”, “İyot”, “Şeker”, “Mürekkap”) ile materyalin son bölümündeki maddenin halleri ile ilgili “Katılar”, “Sıvılar” ve “Gazlar” etkinliklerinde yer verilen tanecik simülasyonlarında, KDM'lerde ve TGA'ya yönelik tartışmalarda tanecikler arası boşluklar sürekli vurgulanmıştır. Örneğin “Şırınga” etkinliğinde maddenin her üç hali için tanecikler arasındaki boşluklar karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

KCGKT'nin ikinci bölümünden elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin katı taneciklerinin düzenli sıralanmış olduğunu bilmelerine rağmen elektrik tellerinin yazın genişmesi ile ilgili mülakatın ikinci sorusunda mülakata katılan öğrencilerden sadece biri (DA1) gergin ve gevşek tel için katı bir maddeye ait tanecikleri düzenli ve temas halinde ya da çok yakın gösteren kabul edilebilir tanecikli gösterimde bulunmuştur. Tanecikli gösterimde bulunmayan iki öğrenci haricindeki diğer öğrenciler maddenin katı halindeki düzenli ve sıkı tanecik dizilimini özellikle gevşek tel için göz ardı etmiştir. Bu gösterimler

bazı öğrencileri “gergin telde boşluklar daha az olduğu için taneciklerin sadece titreşim hareketi yapacağı, gevşek telde ise tanecikler arası boşlukların çok olmasından dolayı taneciklerin öteleme hareketi yapabileceği ve bağımsız hareket edebileceği” alternatif kavramalarına götürse de öğrencilerin çoğu çizimlerinin aksine bilimsel olarak kabul edilebilir doğru açıklamalarda bulunmuştur. Bu sonuç, öğrencilerin çizimlerinde taneciklerin durumunu gösterecek başka alternatif çizimler yapamadıklarını ve olayı açıklayacak abartılı gösterimler kullandıklarını ortaya koymaktadır. Bu duruma BDÖ materyalinde öğrencilerin tanecikler arası boşlukları net görmeleri amacıyla kullanılan belirgin gösterimler de sebep olmuş olabilir. Ayrıca bazı öğrenciler bilinçaltında bu tür gösterimlere sahip olabilirler. Zira bazı öğrencilerin alternatif kavramalarla birlikte bilimsel olarak doğru bilgileri bir arada tutabileceği bilindiğinden, çizimlerinde alternatif kavrama içeren gösterimler yaparken, sorulduğunda istenilen şekilde doğru olarak cevap vermiş olabilirler.

MTYBT'nin yirmi beşinci sorusunda, kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık dörtte üçü, deney grubu öğrencilerinin ise üçte biri, maddenin sıvı halinin en doğru gösterildiği tanecik modeli olan, taneciklerin düzensiz fakat temas halinde gösterildiği modeli doğru olarak belirtememiştir. Benzer şekilde suyun her üç halinin tanecikli gösteriminin çizilmesinin istendiği mülakatın yedinci sorusunda deney grubundan iki öğrenciye karşılık kontrol grubundan altı öğrenci su taneciklerini boşluklu ve birbiriyle temas etmeyen bir şekilde göstermiştir. İki deney grubu öğrencisine karşılık bir kontrol grubu öğrencisi, çizimleriyle ilgili yaptıkları açıklamalarında sıvı halde taneciklerin temas halinde olduklarını ve çiziminde buna dikkat etmediğini belirtirken, beş kontrol grubu öğrencisi ise bu gösterimin doğru olduğunu, sıvı taneciklerinin temas halinde olmadığını, bazı kaynaklarda bu şekilde ve suyun sıkıştırılabilir olarak verildiğini belirtmiştir. Bu sonuç öğretimde kullanılan materyallerin farkını açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Mürekkep damlatılan suyun mavi olmasının sebebinin sorulduğu mülakatın üçüncü sorusunda ise kontrol grubunda daha fazla olmak üzere öğrencilerin çoğunluğu gösterimlerinde su ve mürekkep tanecikleri arasında büyük boşluklar bırakmış ve maddenin gaz halini andıran çizimler yapmıştır. Benzer şekilde mülakatın 9. sorusunda, maddenin her üç halinin tanecikli gösteriminde iki deney grubu öğrencisine karşılık altı kontrol grubu öğrencisi sıvı taneciklerini temas halinde göstermemiştir. Deney grubu öğrencileri ile iki kontrol grubu öğrencisi sorulduğunda dikkatsizlik sonucu hatalı çizdiğini, aslında sıvı taneciklerinin temas halinde olması gerektiğini belirtirken, diğer kontrol grubu öğrencileri sıvı taneciklerinin temas halinde olmayacağını belirtmiştir. Sıvılarla ilgili kontrol grubu öğrencilerindeki bu alternatif kavramanın, sıvıların tanecikleri arasındaki boşlukları ve diğer özellikleri açıklanırken katılarla gazlar arasında olduğunun belirtilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira

mülakatın dokuzuncu sorusunda KO1'in sıvı tanecikleri arasındaki boşluklar için kullandığı “*Katıdan daha fazla ama gazdan daha az olması gerekiyor...*” şeklinde açıklaması da bu düşünceyi desteklemektedir. Literatürde öğrencilerin, sıvı tanecikleri arasındaki boşlukların katılarla gazlar arasında olduğuna dair alternatif kavramalara sahip oldukları belirtilmektedir (Adadan, 2006). Bu nedenle deney grubunda kullanılan BDÖ materyalindeki maddenin sıvı hali için kullanılan bütün hareketli gösterimlerde taneciklerin temas halinde olmasına dikkat edilmiştir. Deney grubu öğrencilerinde bu alternatif kavramanın kontrol grubu öğrencilerine göre oldukça az olmasında bu gösterimlerin ve yapılan tartışmaların önemli etkisi olduğu söylenebilir.

Testler ve mülakatlardan elde edilen bulgular özellikle kontrol grubu öğrencilerinin yapılan öğretime rağmen tanecikler arası mesafelerin değişimi ile ilgili olarak anlama güçlüğü çektiklerini ve çeşitli alternatif kavramalara sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Benzer sonuçların Osborne ve Cosgrove (1983) ve Valanides (2000) tarafından da ortaya konulduğu bilindiğinden, bunlara yönelik deney grubunda kullanılan BDÖ materyali içerisinde sıkıştırma ve genişleme olayları ile ilgili etkinliklere yer verilmiştir. Öğrenciler, KCGKT'nin I. bölümünden elde edilen verilere göre, gaz tanecikleri arasında büyük boşluklar bulunduğunu bilmelerine karşın (KG: %80,5, DG: %85,4), MTYKT'nin 3. sorusunda, şırınga içerisindeki hava sıkıştırıldığında hava tanecikleri arasındaki uzaklığın değişeceğini gerekçesi ile birlikte doğru olarak belirten öğrencilerin oranı, ön testte daha az olmasına karşın, son testte ve gecikmiş testte deney grubunun yarısı kadardır. Bu durum benzer etkinliğin yapılmasına rağmen kontrol grubu öğrencilerinin teorik düzeydeki bilgilerini günlük hayattan olaylara uygulayamadıklarını göstermektedir.

KCGKT'nin I. bölümünden elde edilen bulgulara göre katı (KG: %37, DG: %58,5) ve sıvı (KG: %22, DG: %46,3) taneciklerinin arasındaki boşlukların sıkıştırma sonucu değişmeyeceğini bilen öğrencilerin oranı özellikle kontrol grubunda oldukça düşüktür. Bu alternatif kavramaya sahip öğrencilerin çoğunluğu katılar ve sıvılar sıkıştırıldığında taneciklerinin arasındaki boşlukların azalacağına inanmaktadır. Kenan (2005) ve Özmen ve Kenan (2007) tarafından yapılan çalışmalarda da ortaya konulan bu alternatif kavramaların öğrencilerin olayları mikroskobik değil de makroskobik düzeyde düşünmesinden kaynaklandığına inanılmaktadır. Katıların sıkıştırılabileceği alternatif kavraması öğrencilerin çevrelerinde sıkça karşılaştıkları sünger, pamuk, kumaş veya içi boş kutular gibi içerisinde boşluklar bulunan katıları düşünmelerinden kaynaklanıyor olabilir. Deney grubunda bu oranın daha az olmasının, materyal içerisinde “şırınga” etkinliğinde derinleştirme basamağında mantar tıpa, sünger ve pamuk örnekleri üzerinden olayın açıklanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Yine de oranın yüksek olmasında, katı tanecikleri arasında da boşlukların bulunduğu düşüncesinin materyalde sürekli

vurgulanmış olmasının etkisi olabilir. Sıvıların sıkıştırılabilmesi ile ilgili alternatif kavramalara ise öğrencilerin sıvı tanecikleri arasında boşluklar bulunduğunu bilmeleri, taneciklerin temas halinde bulunduğu gerçeğini bilmemeleri ya da göz ardı etmeleri nedeniyle bu boşlukların azalacağını düşünmeleri neden olmuş olabilir. Bu durumun, dersin işlenişi sırasında yeterince uygulamaya ve laboratuvar etkinliklerine yer verilmeyişinden kaynaklandığı söylenebilir. Katılara göre, sıvıların sıkıştırılabileceğine dair alternatif kavramaya sahip olan öğrencilerin fazla olmasında, sıvıların tanecikleri arasındaki boşluklar ve diğer özellikleri açıklanırken katılarla gazlar arasında olduğunun belirtilmesi ve ders kitaplarında bu tür gösterimlerin kullanılması etkili olmuş olabilir. Ayrıca kitaplarda kullanılan sıvıların çok az, gözlemleyebileceğimizden az sıkışabileceği gibi bilgiler öğrencilerde alternatif kavramaların oluşmasının nedeni olarak gösterilebilir. Deney grubunda kullanılan BDÖ materyalinde bu düşüncelerin önüne sıvı taneciklerinin temas halinde olduğu sürekli vurgulanarak geçilmeye çalışılmıştır

MTYKT'nin 5. sorusunda ise maddelerin genleşmesinin nedeni olarak ısı etkisiyle tanecikler arası boşlukların arttığını belirtebilen öğrencilerin oranı son testte kontrol grubunda deney grubuna göre çok düşüktür. Benzer sonuç geceleyin balkonda bırakılan topun yumuşamasının sebebinin sorulduğu mülakatın beşinci sorusunda da görülmüştür. Kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya anlama kategorisinde cevap verebilen bulunmazken, öğrencilerin üç tanesi kısmi anlama kategorisinde cevap vermiştir. Ayrıca KCGKT'nin I. bölümünde de, maddelerin ısıtılması ve soğutulması sırasında tanecikler arası boşlukların artması ve azalması ile ilgili deney grubu öğrencileri (%19,5-%24,4) ile kontrol grubu öğrencilerinin (%39,1-%41,8) sahip oldukları alternatif kavramalar arasındaki belirgin fark dikkat çekmektedir. Bu fark, maddelerin ısıtılması ve soğutulması sırasında tanecikler arası boşluklarda meydana gelen değişimlerle ilgili olarak öğrencilerin çeşitli alternatif kavramalara sahip oldukları bilinerek (Kenan, 2005; Özmen ve Kenan, 2007) geliştirilen BDÖ materyali içerisinde yer verilen "Balon" ve "Metal küre" etkinliklerinin öğrencilerin mevcut alternatif kavramalarının giderilmesinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu etkinliklerde ısıtılan balon içerisindeki havanın ve metal kürenin tanecikleri arasındaki boşlukların arttığı tanecik simülasyonları ile gösterilmiştir. Kontrol grubunda, alternatif kavramalara sahip olan öğrencilerin daha çok tanecikler arası boşluklardaki değişimleri ters olarak ifade etmesi, öğrencilerin taneciklerin davranışlarına yönelik net bilgiye sahip olmadıklarını ve yapılan öğretimin mikroskobik düzeyde gerçekleşen değişimleri öğrencilerin zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olmadığını ortaya koymaktadır.

Testler ve mülakatlardan elde edilen bulgular öğrencilerin hal değişimi olaylarında tanecikler arası mesafelerin değişimi ile ilgili olarak deney grubu öğrencilerinin kontrol

grubuna göre oldukça iyi durumda olduğunu ifade etmektedir. MTYKT'nin 16. sorusunda donma sırasında sıvı tanecikleri arasındaki boşlukların azalacağını doğru olarak belirten öğrencilerin oranı kontrol grubunun (%17) yaklaşık üç katıdır. Ayrıca bu alternatif kavramda bazı öğrencilerin suyun özel halini bilmeleri ve onu göz önünde bulundurmalarının etkili olduğu söylenebilir. Bazı öğrenciler ise donma sırasında taneciklerin birbirine yapışacağı ve aralarında boşluk kalmayacağına dair alternatif kavramaya sahiptir. Bu oran kontrol grubunda iki kat daha fazladır. Bu alternatif kavramaya literatürde de “Buzdaki moleküller birbirine hiç boşluk bırakmadan dokunur.” şeklinde rastlanmaktadır (Griffiths ve Preston, 1992). Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin alternatif kavramaları arasındaki fark, diğer kavramalarda olduğu gibi hal değişimi sırasında tanecikler arasındaki boşlukların değişimiyle ilgili öğrencilerin anlamalarının artırılmasında etkili olduğu söylenebilir. Zira materyalde “Fiziksel değişimler” ve “Hal değişimi” başlıkları altında bu değişimler animasyonlar, KDM'ler, tartışmalar ve “Katılar” başlığı altında yer verilen analogi ile vurgulanmıştır.

KCGKT'nin I. bölümünün 6. yargısında ise deney grubu (%78-%85,4) ve kontrol grubu öğrencilerinin (%59-%80) yüksek oranlarda erime, donma, buharlaşma ve yoğunlaşma olayları sırasında tanecikler arası boşluklar hakkında doğru anlamalar gösterdikleri belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinde bu oranların daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Hal değişimi sırasında tanecikler arası mesafelerin değişimi ile ilgili olarak az da olsa öğrencilerin anlama güçlüğü çekmeleri ve alternatif kavramalara sahip olmaları literatürle (Benson ve diğ., 1993; Osborne ve Cosgrove, 1983; Özmen ve Kenan, 2007; Özmen, 2011b; Valanides, 2000) paralellik göstermektedir. Literatürde olduğu gibi (Kenan, 2005; Özmen ve Kenan, 2007) hem deney grubunda hem de kontrol grubundaki öğrencilerin yoğunlaşma ile ilgili anlamaları diğer hal değişimlerine göre daha düşüktür. Öğrencilerin yoğunlaşma kavramı ile ilgili anlama düzeylerinin diğer kavramlara göre düşük olmasının ise bu kavramı yeterince bilmediklerini ve diğer kavramlarla karıştırdıklarını göstermektedir.

Elde edilen bulgular öğrencilerin tanecikler arası boşluklarla ilgili bilgilerini maddelerin makroskobik özelliklerindeki değişimleri açıklamakta yeterince kullanamadıklarını ortaya koymaktadır. Yukarıdaki örneklere ilave olarak, MTYKT'nin 7. sorusunda karıştırılan su ile alkolün toplam hacminin alkol ve suyun ayrı ayrı hacimleri toplamından küçük olmasının nedeni olarak sıvıların birbiri taneciği arasındaki boşluklara girmesini doğru olarak belirten öğrencilerin oranının düşük olması (KG: %31,7, DG: %46,3), bazı öğrencilerin sıvı taneciklerinin birbirini sıkıştıracağı için tanecikler arası boşlukların azalacağına inanması, öğrencilerin bu konuda anlama güçlüğü çektiğini ve makroskobik olayları açıklamada tanecikli yapı fikrini yeterince kullanamadıklarını ortaya

koymaktadır. Zira makroskobik olaylar ile moleküler düzeydeki etkileşimler arasında öğrencilerin doğru ilişkileri kuramadıkları bilinmektedir (Haidar ve Abraham, 1991; Novick ve Nussbaum, 1981; Tsai, 1999). Bu nedenle, deney grubunda anlama düzeylerinin yüksek, sahip olunan alternatif kavramaların düşük olması BDÖ materyalinin tanecikler düzeyinde gerçekleşen değişimleri öğrencilerin zihinlerinde canlandırmalarına ve makroskobik olaylara uygulamalarına yardımcı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Zira materyalin I. ve II. bölümünde sıkıştırma, ısıtma, soğutma, genleşme ve hal değişimleri ile ilgili etkinliklerde, hem tanecikler düzeyindeki simülasyonlarda hem de KDM'lerde katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin tanecikleri arası boşluklar ve taneciklerin düzenlenişi ile meydana gelen değişime bağlı olarak tanecikler arası mesafelerin nasıl değişeceğine sürekli vurgular yapılmıştır. Bu durumun konunun daha iyi anlaşılmasında ve alternatif kavramaların giderilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Ancak yine de istenilen seviyede olmaması daha fazla örnek olay üzerinden tanecikler düzeyindeki değişimlerin açıklanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Zira makroskobik seviyedeki olayların açıklanmasında mikroskobik özelliklerin yeterince kullanılamamasının nedenlerinden biri de yeterince örneğe yer verilememesi olarak ifade edilmektedir (Şahin, 2010). Örnek olayların sayısının artırılması programda konuya ayrılan sürenin yeterli gelmemesi sorununu beraberinde getirmektedir. Zira benzer durumlarla ilgili birbirinin alternatifi olarak BDÖ materyalinde yer alan bazı etkinliklere öğretim sürecinde yer verilememesi bu durumun bir göstergesidir. Örneğin ısınma ve genleşme ile ilgili Metal küre ve Balon etkinlikleri ile çözünme ve dağılma ile ilgili şeker, iyot ve mürekkep etkinlikleri arasından biri seçilmiş ve diğerlerine yüzeysel olarak değinilmiştir.

5. 2. 1. 6. Taneciklerin Diğer Özellikleri İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

MTYKT'nin onuncu sorusunda kontrol grubu öğrencilerinin taneciklerin rengi ile ilgili çeşitli alternatif kavramalara sahip oldukları görülmektedir. Öğrenciler, sarı renkli altın yüzüğün atomlarının da sarı renkli olduğuna dair alternatif kavramaya sahiptir (KG: %41,5, DG: %22). Buna gerekçe olarak ise maddelerin fiziksel özellikleriyle atomların fiziksel özelliklerinin aynı olması gösterilmektedir (KG: %34,1, DG: %17,1). Benzer şekilde literatürde, atomların renkli olduğu (Bektaş, 2003; Griffiths ve Preston, 1992; Yeğnidemir, 2000), altın atomlarının altın renginde olduğu (Horton, 2001; Tezcan ve Salmaz, 2005), mavi mürekkep taneciklerinin mavi renkte olduğu (Demircioğlu ve diğ., 2004; Kenan, 2005; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999) alternatif kavramalarına öğrencilerin sahip oldukları bilinmektedir. Deney grubunda kullanılan zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin hazırlanmasında bu alternatif kavramalar dikkate alınmıştır. Özellikle öğrencilerde yanlış

bir genellemeye sebep olmaması için yapılan gösterimlerde taneciklerin rengi ile maddenin renginin farklı olmasına dikkat edilmiştir. Örneğin BDÖ materyalinin ikinci bölümünde “Elementler” etkinliğinde kullanılan demir, bakır, altın, gümüş gibi elementlerin tanecikleri elementin renginden farklı renklerde gösterilmiştir. Örneğin altın atomları mavi renkte gösterilmiştir. Mürekkep etkinliğinde, mavi mürekkebin tanecikleri kırmızı olarak gösterilmiştir. BDÖ materyalinde sadece renk değil, maddelerin şekil, sertlik, esneklik, koku gibi diğer özelliklere de atomların sahip olmasının düşünülmemeyeceği KDM’lerde ve yapılan tartışmalarda vurgulanmıştır.

MTYKT’nin sekizinci sorusunda ise renkli taneciklerin birbirini etkilemesi ile ilgili olarak kontrol grubu öğrencilerinin, deney grubu öğrencilerine nazaran daha fazla alternatif kavramaya sahip oldukları belirlenmiştir. Mürekkep damlatılan suyun mavi olmasını taneciklerin birbiri arasındaki boşluklara yayılması gerekçesi ile birlikte kontrol grubunda yalnızca dört öğrenci açıklayabilirken deney grubunda oran %41,5’tir. Deney grubuna göre kontrol grubunda yaklaşık iki kat daha fazla öğrenci suya damlatılan yeşil renkli gıda boyasının suyun taneciklerini yeşile boyayacağı alternatif kavramasını taşımaktadır (KG: %78, DG: %41,5). Öğrenciler gerekçe olarak ise yeşil renkli boya taneciklerinin renksiz su taneciklerine çarparak onları da boyayacağını ifade etmişler (KG: %46,3, DG: %12,2). Bu oran kontrol grubunda deney grubuna göre yaklaşık dört kat fazladır. Mavi mürekkep damlatılan suyun mavi görünmesinin sebebinin sorulduğu mülakatın üçüncü sorusunda da KA1 renkli mürekkep tanecikleriyle su taneciklerinin çarpıştığını gösterdiği çizimi yapmıştır (Şekil 39). Deney grubunda daha az olmakla birlikte her iki gruptan yaklaşık dörtte bir oranında öğrenci yeşil renkli boya taneciklerinin su tanecikleri ile birleşerek onları da yeşil renkli yapacağı alternatif kavramasını taşımaktadır. Daha az sayıda öğrenci ise yeşil renkli boya taneciklerinin su taneciklerini içine alacağına inanmaktadır. Mülakata katılan altı kontrol grubu öğrencisinden dördü de benzer alternatif kavramalar içeren cevaplar vermiştir. Literatürde de belirtilen (Ayas, 1995; Kenan, 2005; Özmen ve diğ., 2002) öğrencilerin bu alternatif kavrama içeren fikirlerinin mikroskobik düzeydeki bilgi birikimlerinin yetersiz olduğunu ve güncel yaşantılarında sahip oldukları maddelerin fiziksel özelliklerine ait tecrübelerini tanecikler düzeyinde kullanmaya çalıştıklarını göstermektedir. Deney grubunda alternatif kavramaya sahip öğrencilerin iki kat daha az olması BDÖ materyalinin etkisini ortaya koymaktadır. Zira zenginleştirilmiş BDÖ materyali geliştirilirken bütün materyal boyunca taneciklerin ayırt edilebilmesi için renkli olarak gösterilmesi mecburiyetinin öğrencilerde yeni alternatif kavramaların oluşmasını engellemek amacıyla bütün animasyonların ilk karesine “Unutma! Bu etkinliklerde gösterilen taneciklerin renk ve şekilleri temsili olarak gösterilmiştir.” uyarısına yer verilmiştir. Ayrıca iyodun alkolde çözünmesini içeren “İyot” ve mürekkebin suda

yayılmasını konu alan “Mürekkep” etkinliklerine yer verilmiştir. Maddelerin tanecikli yapıda olduğunun ispatlanması amacıyla tasarlanan bu etkinliklerde maddelerin özellikleriyle taneciklerin özelliklerinin aynı olmayacağı animasyon, KDM ve tartışmalarla açıklanmıştır. Kontrol grubunda da “İyoda ne oldu?” adlı benzer etkinlik yapılması ve deney grubunda tartışılan alternatif kavramaların kontrol grubunda da tartışılmasının sağlanmasına rağmen alternatif kavramaların deney grubunda daha az olması BDÖ materyalinin etkisini göstermektedir.

Özellikle kontrol grubu öğrencileri taneciklerin şekli ile ilgili çeşitli alternatif kavramalara sahiptir. MTYKT'nin üçüncü sorusunda sıkıştırılan hava taneciklerinin şeklinin değişeceğine dair, on ikinci sorusunda ise ezilerek yassı hale getirilen teneke kutunun taneciklerinin de yassılaşacağına dair alternatif kavramalar kontrol grubu öğrencilerinde deney grubu öğrencilerine göre dört-beş kat daha fazladır. Literatürde de benzer şekilde “Bakır ezilerek düzleştirildiğinde bakır atomları da ezilir” şeklinde ifade edilen alternatif kavramaya öğrencilerin sahip olduğu belirtilmiştir (Horton, 2001; Tezcan ve Salmaz, 2005). On ikinci soruda gerekçe olarak atomların şekillerinin değişeceğini belirten deney grubu öğrencisi bulunmazken, kontrol grubu öğrencilerinin dörtte biri bu alternatif kavramaya sahiptir. Kontrol grubunda daha fazla olmak üzere az sayıda öğrenciler de (KG: %19,5, DG: %12,2) atomların ezilerek farklı atomlara dönüşeceğine inanmaktadır. MTYKT'nin dördüncü sorusunda ise kontrol grubunda deney grubunun iki katından daha fazla öğrencinin, demir bir tel makasla ortadan ikiye bölündüğünde, bölünen yerdeki atomların da ikiye bölüneceği alternatif kavramasına sahip olduğu görülmüştür. Bu öğrenciler gerekçe olarak ise maddelerin her türlü bölünmesinde atomlarının da bölüneceğini ifade etmişler (KG: %26,8, DG: %4,9). Mülakatlar esnasında da bir öğrenci (KA2) mülakatın birinci sorusuna verdiği cevapta, sıkıştırılan şırınga içerisindeki hava taneciklerinin bölünerek çoğalacağını ve böylece bir tanesinin iki tane olacağını ifade etmiştir. Bu düşünceler öğrencilerin taneciklerin özellikleri ve büyüklükleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ortaya koymaktadır. Öğrencilerin taneciklerin kütlesi ve ağırlığı ile ilgili alternatif kavramaları bu düşünceyi desteklemektedir. MTYKT'nin on sekizinci sorusunda kontrol grubu öğrencilerinin yarısı su buharlaştığında suyu oluşturan taneciklerin ağırlığının azalacağı alternatif kavramasına sahiptir. Deney grubunda bu oran kontrol grubunun üçte biri kadardır. Bu alternatif kavramaya gerekçe olarak ise gaz halde maddelerin moleküllerinin en hafif olacağı (KG: %36,6, DG: %9,8) gösterilmektedir. Benzer şekilde mülakatlar esnasında KO1 açıklamasında taneciklerin kütlesinin hal değişimi ile değişeceğini, buz taneciklerinin en büyük kütleyle, sonra su ve en küçük kütleyle de su buharı taneciklerinin sahip olacağını ifade etmiştir. Literatürdeki öğrencilerin, taneciklerin ağırlığının maddenin bulunduğu

fiziksel hale göre değiştiği (Griffiths ve Preston, 1992; Pideci, 2002), katı halde taneciklerin diğer hallerine göre daha ağır, gaz fazında ise daha hafif olduğu (Adadan ve diğer., 2010; Durmuş ve Bayraktar, 2010; Griffiths ve Preston, 1992; Krnel ve diğer., 1998; Lee ve diğer., 1993; Othman ve diğer., 2008; Stavy, 1990) alternatif kavramalarına sahip oldukları bulgularından yola çıkararak materyal içerisinde nc bölümde “Fiziksel değişim”, ve dördüncü bölümde “Hal değişimi” etkinliklerinde bu alternatif kavramaların giderilmesine yönelik KDM'lere ve tartişmalara yer verilmiştir. Kontrol grubunda da benzer etkinliklere ve alternatif kavramaların tartişılmasına yer verilmesine rağmen deney grubunda alternatif kavramaların daha az olmasında farklı yöntemlerin birlikte kullanımının ve BDÖ'nn etkisi olduğu açıktır.

Öğrenciler taneciklerin canlılığı ile ilgili çeşitli alternatif kavramalar göstermektedir. MTYKT'nin on yedinci sorusunda kontrol grubunda daha fazla olmak üzere, deney grubu ğrencilerinin yarısından fazlası, sahip olduğu “Canlı bir varlık öldüğünde onu meydana getiren atomlar da ölür” düşüncesi (KG: %70,7, DG: %58,5), ğrencilerin atomları canlı olarak gördüklerini ortaya koymaktadır. Yapılan farklı birçok çalışmada da öğrencilerin bu tür bir alternatif kavramaya sahip oldukları belirtilmektedir (Bektaş, 2003; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust 1996; Kenan, 2005; Nicoll, 2001; Pideci, 2002; Tezcan ve Salmaz, 2005; nal, 2003; Yeğnidemir, 2000). Öğrenciler atomların canlılığına, canlıların hücrelerinin atomlardan oluşmasını (KG: %43,9, DG: %36,6), atomların hareket etmesini (KG: %22, DG: %17,1) ve az da olsa bölünerek oğalabilecek olmalarını gerekçe olarak göstermektedirler. Öğrencilerin tanecikleri hareketli olduğu için canlı olarak düşündükleri Griffiths ve Preston (1992) ile Tezcan ve Salmaz (2005) tarafından yapılan çalışmalarda da ifade edilmektedir. Öğrencilerin taneciklerin canlılığı ile ilgili alternatif kavramalarının giderilmesine yönelik KDM'ye ve tartişmalara BD materyali içerisinde birinci bölümde “Nereye Kadar?” adlı etkinlikte yer verilmiştir. Deney grubunda öğrencilerin yarısının alternatif kavramalara sahip olması, tek bir etkinlikte bir KDM üzerinde tartişmaların yapılmasının atomların canlılığı ile ilgili alternatif kavramaları gidermede yeterli olmadığını ortaya koymuştur. Benzer tartişmalar, atomlardan oluşan tuğlaların bir araya gelerek bir binayı, benzer atomların oluşturduğu hücrelerin bir araya gelerek canlıları oluşturduğu örnekleri üzerinden kontrol grubunda da yürütülmüş ve alternatif kavramalara dikkat çekilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar taneciklerin canlılığı ile ilgili alternatif kavramaların bazı alternatif kavramalarda olduğu gibi (Nakhleh, 1992; Taber, 2001; Tsai, 1999) değişime dirençli olduğunu ortaya koymaktadır.

5. 2. 1. 7. Tanecik, Atom, molekül, Element, Bileşik, Karışım, Saf Madde Kavramları İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

MTYBT'nin 24. sorusunda iki farklı atomdan oluşturulmuş dört farklı tanecik yer almaktadır. Bu soruyu son testte deney grubu öğrencilerinin yarısından fazlası, kontrol grubunda ise öğrencilerinin çok az bir kısmı (%12,2) doğru cevaplayabilmiştir. Diğer öğrenciler gösterimin iki farklı tanecikten oluşmadığını belirleyememiştir. Bu durum deney grubu öğrencilerinin tanecik kavramını atom ve molekül kavramlarından tam olarak ayırt edemediklerini, kontrol grubu öğrencilerinin ise ciddi sorun yaşadıklarını ortaya koymaktadır. MTYKT'nin 19. sorusunda ise deney grubu öğrencileri daha başarılı olsa da, iki farklı atomdan meydana gelen aynı moleküllerin tek cins tanecik olduğunu, gerekçesi ile birlikte doğru olarak belirten öğrencilerin oranı son teste ve gecikmiş testte birbirine yakın olmakla birlikte oldukça düşüktür (KG: %36,6, DG: %56,1). Bu sonuçlar özellikle kontrol grubu öğrencilerinin, literatürde belirtildiği gibi (Boz, 2006; Nakhleh ve diğ., 2005), tanecik kavramı ile ilgili ciddi düzeyde anlama güçlüğü çektiğini, atom ve molekül kavramlarından ayırt edemediğini ve alternatif kavramalara sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda yapılan öğretimde tanecik denildiğinde atom ya da moleküllerin anlaşılması gerektiği vurgulanmış ve yapılan değerlendirme etkinliklerinde bu ayrımlara yer verilmiştir. MTY kavramının oluşması sürecinde birinci bölümde sadece tanecik kavramı kullanılırken ikinci bölümde element ve bileşik kavramlarıyla birlikte atom ve molekül kavramları da kullanılmaya başlanmıştır. Deney grubunda, kontrol grubundan farklı olarak öğrencilerin etkileşimli olarak element ve bileşiklerin tanecikli yapılarını incelemelerine, kendi modellerini oluşturmalarına ve etkileşimli değerlendirme etkinliklerini yapmalarına fırsat tanınmıştır. Deney grubu ile kontrol grubu arasındaki fark da bu etkileşimden kaynaklanmış olabilir. BDÖ materyalinde değerlendirme sorularında yer verilse de, tanecik, atom ve molekül kavramlarının karşılaştırılarak incelenmesine yönelik KDM'ye ve TGA tartışmasına yer verilmemesinin, bu kavramlar arası kargaşanın deney grubunda da yüksek olmasında etkili olduğu söylenebilir.

Ayrıca öğrenciler atom ve molekül kavramları ile ilgili çeşitli anlama güçlüklerine ve alternatif kavramalara sahiptir. Örneğin MTYBT'nin beşinci sorusunda atomların bütün maddelerin yapı taşı olduğunu belirterek soruyu doğru cevaplayan deney grubu öğrencilerinin oranı kontrol grubu öğrencilerinden daha yüksektir (KG: %65,9, DG: %78). Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda yapılan öğretimde zamanla tanecik fikrinde meydana gelen değişmeler ele alınmasına karşın, bu soruda bazı öğrenciler (%22) atomla ilgili bilgilerimizin zamanla değişmeyeceğine inanmaktadırlar. Bu da öğrencilerin atomla ilgili bilgileri doğruluğu kanıtlanmış kesin bilgiler gibi gördüklerinin,

teori olarak algılamadıklarının bir göstergesidir. BDÖ materyalinde “Zamanda yolculuk” adlı etkinlikte tanecik fikrindeki değişimler Democritus, Dalton ve Marie Curie gibi bilim insanları konuşturularak verilmiştir. Atom kavramıyla ilgili bilgilerin zamanla değişmeyeceği düşüncesi, öğrencilerde atomların mikroskopla detaylı olarak incelenebileceği fikri ile ilişkili olabilir. Zira MTYKT’nin dokuzuncu sorusunda kontrol grubu öğrencilerinin büyük çoğunluğu (%80,5), bir maddeyi oluşturan taneciklerin ışık mikroskobu altında detaylı olarak görülebileceğine inanmaktadırlar. Deney grubunda ise bu oran kontrol grubunun yarısı kadardır. Öğrenciler, gerekçe olarak ise mikroskopların atom gibi küçük nesnelere gözle görülebilir hale getirebileceğini belirtmektedir (KG: %73,2, DG: %34,1). Literatürde atomların mikroskopla (Griffiths ve Preston, 1992; Lee ve diğ., 1993; Nakhleh ve diğ., 2005; Tezcan ve Salmaz, 2005), elektron mikroskobuyla (Horton, 2001; Tezcan ve Salmaz, 2005) ve hatta gözümüzle (Bektaş, 2003; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Şeker, 2006; Tezcan ve Salmaz, 2005; Yavuz, 2005) görülebileceğine dair öğrencilerde çeşitli alternatif kavramaların var olduğu bilindiğinden BDÖ materyalinde “Nereye kadar?” adlı etkinlikte bu alternatif kavramalara yönelik KDM’lere ve tartışmalara yer verilmiştir. Ayrıca bu etkinlikte katı, sıvı ve gaz maddelere yaklaşarak taneciklerini görme ile uzaydan dünya üzerindeki bir insana yaklaşarak insanın hücrelerini ve hücreleri oluşturan atomların görülmesi canlandırılmıştır. KDM ve tartışmalara rağmen bu canlandırma öğrencilerde taneciklerin görülebileceği alternatif kavramasının giderilmesindeki etkiyi azaltmış olabilir. Kontrol grubunda ise yapılan öğretim sonrası öğrencilerdeki bu alternatif kavrama yaklaşık beşte bir oranında artmıştır. Bu da deney grubunda kullanılan BDÖ materyalinin başarılı olduğu sonucunu desteklemektedir.

MTYKT’nin on birinci sorusunda literatürde (Yavuz, 2005) öğrencilerde var olduğu belirtilen farklı maddelerin atomlarının aynı olduğuna inanan öğrencilerin oranı hem ön testte hem de son testte oldukça düşük olmasına karşın farklı maddelerin yapısındaki aynı atomların farklı olduğu alternatif kavramasına sahip öğrencilerin oranı oldukça fazladır (%39). Bu alternatif kavramaya, aynı elementin farklı bileşiklerdeki atomlarının özelliklerinin de farklı olması, maddelerin hallerinin farklı olması ve bileşiklerin birbirinden farklı olması gibi alternatif kavrama içeren gerekçeler sunulmaktadır. Literatürde öğrencilerde var olduğu belirtilen bu alternatif kavramaya BDÖ materyalinde “Bileşikler” başlığı altında yer verilmiş KDM ile giderilmeye çalışılmıştır. Buna rağmen ön testte bu alternatif kavramaya sahip olan öğrencilerin yarısından fazlasında alternatif kavramanın devam ettiği görülmektedir. Bu durumun, alternatif kavramanın çeşitli örneklerle KDM’de yeterince tartışılmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Daha çok kontrol grubunda olmak üzere az da olsa öğrencilerin öğretim sonrasında molekül kavramı ile ilgili anlama güçlüklerinin devam ettiği MTYBT'nin dokuzuncu sorusunda su molekülünün üç farklı atomdan meydana geldiğini belirtmelerinden anlaşılmaktadır. Onuncu soruda ise daha fazla sayıda öğrenci (KG: %29,3, DG: %19,5) verilen tanecik modellerinden molekül yapıları maddelere ait olanları belirleyememiştir. Ayrıca bazı öğrenciler bir bileşiğe ait moleküllerin birbirinden farklı olabileceği alternatif kavramasını öğretim sonrasında da devam ettirmektedir. MTYKT'nin on dördüncü sorusunda öğrenciler oksijen ve hidrojen atomlarından meydana gelen su moleküllerinin farklı olduğuna inanmaktadır (KG: %34,1, DG: %26,4). Gerekçe olarak ise bütün su moleküllerinde hidrojen ve oksijen moleküllerinin sayısı aynı olsa da atomların dizilişinin farklı olabileceği belirtilmiştir (KG: %31,7, DG: %22). Aynı alternatif kavramaya ve anlama güçlüğüne MTYBT'nin sekizinci sorusunda da rastlanmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin çoğunluğu bu soruda iki farklı bileşikteki aynı atomların özelliklerinin de aynı olacağını bilememiştir (KG: %63,4, DG: %41,5). Bu alternatif kavramaların tamamında deney grubu öğrencilerinin daha başarılı olması materyal içerisinde "Bileşikler" başlığı altında KDM'lerde tartışılmasının ve çeşitli gösterimlerle desteklenmesinin etkili olduğu söylenebilir.

Öğrenciler tanecik modelleri üzerinden element, bileşik ve karışımları ayırt etmede sorun yaşamaktadır. MTYBT'nin on birinci sorusunda bazı öğrenciler verilen tanecik modellerinden bileşiğe ait olmayanları ayırt edememiştir (KG: %34,1, DG: %29,3). Özellikle kontrol grubu öğrencileri verilen tanecik modelleri içerisinde on altıncı soruda hangisinin saf maddeye (KG: %56,1, DG: %39), yirmi ikinci soruda hangilerinin elemente (KG: %41,5, DG: %31,7), yirmi üçüncü soruda ise hangilerinin bileşiğe (KG: %65,9, DG: %41,5) ait olduğunu belirleyememiştir. MTYKT'nin on dokuzuncu sorusunda ise özellikle bazı kontrol grubu öğrencileri verilen tanecik modelinin saf maddeye ait olduğunu bilememiştir (KG: %31,7, DG: %12,2). Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda yapılan öğretimde element, bileşik, saf madde ve karışımların tanecikli yapılarına örnekler verilmiş ve birbiriyle karşılaştırılmıştır. Deney grubunda öğrenciler, her bir kavram için farklı başlıklar altında madde örneklerinin tanecikli yapılarını etkileşimli olarak incelemiş ve her bir maddeden öne çıkan tek bir taneciği inceleme ve karşılaştırma imkânı bulmuş ve yaptığı gözlemler sonucunda ulaştığı sonuçları sınıf içerisinde tartışmıştır. Ayrıca değerlendirme etkinliklerinde bilgilerini uygulama fırsatı bulmuştur. Genel olarak deney grubu öğrencilerinin element, bileşik, saf madde, karışım gibi kavramlara ait tanecik modellerini ayırt etmede kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olmasında materyalin bu özelliklerinin etkili olduğu söylenebilir. Ancak birçok öğrencinin yaşamaya devam ettiği sorun sınıf içi tartışmaların yeterince yapılmamış olmasından kaynaklanmış

olabileceği gibi örneklerin yeterli gelmemesinden de kaynaklanmış olabilir. Ayrıca öğretimin yarıyıl tatiliyle bölünmüş olmasının da olumsuz yönde etkisi olmuş olabilir. Benzer şekilde Çakmak (2009) tarafından yapılan çalışmada da tespit edilen bu durumun öğrencilerdeki öğrenmelerin genellikle bilgi düzeyinde kalmasından ve kavramsal öğrenmenin gerçekleşmemesinden kaynaklandığı belirtilmektedir.

MTYKT'nin on beşinci sorusunda, deney grubu öğrencileri bileşiklerin saf madde olup olmadığına dair öğretim öncesinde kontrol grubuna göre daha düşük anlama göstermelerine rağmen, anlama düzeyleri kontrol grubuna göre belirgin bir şekilde artmıştır (KG: %46,3, DG: %24,4). Bu artış deney grubunda yapılan öğretimin ve kullanılan BDÖ materyalinin etkisinin önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Zira materyalde yapılan gösterimlerle ve KDM ile bu alternatif kavrama giderilmeye çalışılmıştır. Bileşiklerin saf madde olmadığı alternatif kavramasına sahip öğrenciler düşüncelerine gerekçe olarak bileşiklerin farklı cins atomlardan oluşmalarını ve farklı elementlerden meydana gelmelerini göstermektedir. Deney grubunda bu alternatif kavramalara sahip olan öğrencilerin oranlarının düşük olması BDÖ materyalinde yer verilen KDM'lerin ve yapılan tartışmaların etkili olduğunu ortaya koymaktadır. MTYKT'nin altıncı sorusunda ise öğrenciler su içerisine tuz atılıp karıştırıldığında tuzun su içerisinde yok olacağını belirtmişlerdir (KG: %75,6, DG: %53,7). Oranların bu denli yüksek olmasının nedeninin öğrencilerin "yok olma" ifadesini "görünmeme" ifadesi yerine kullanmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira öğrencilerin büyük çoğunluğu (KG: %87,8, DG: %92,7) gerekçe olarak katı maddenin taneciklerinin sıvının tanecikleri arasındaki boşluklara dağılacaklarını doğru olarak belirtmiştir. Buna rağmen sorunun her iki aşamasını da doğru cevaplayan öğrencilerin oranı oldukça düşüktür(KG: %22, DG: %43,9). Bu durum kullanılan ifadelerin seçiminin ve öğrencilerin düşüncelerinin detaylı olarak alınmasının önemini ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin düşüncelerinin detaylı olarak incelendiği mülakatlardan elde edilen bulgularda öğrencilerin element, bileşik ve karışımların tanecik modellerini çizmede ve birbirleriyle karşılaştırarak açıklamada sorun yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Mülakatın altıncı sorusunda, atomik yapıli element örneği olarak sorulan demir için bir öğrenci hariç (KO2) bütün öğrenciler atomik haldeki bir katıya ait düzenli ve sıkı dizimli gösterimleri kullanmıştır. Bu öğrencilerin atomik yapıli elementlerin tanecikli yapılarını açıklamada sorun yaşamadıklarını göstermektedir. Molekül yapıli element örneği olarak sorulan oksijen için ise üç öğrenci (DÜ2, DO1 ve KO1), doğru olarak iki atomlu boşluklu oksijen molekülleri gösteriminde bulunmuştur. Diğer öğrenciler ise tek atomlu ve boşluklu gösterimleri tercih etmiştir. Bu da bazı öğrencilerin molekül yapıli elementleri bilmediklerini ve atomik yapıli elementlerden ayırt edemediklerini göstermektedir. Yapılan mülakatlarda,

öğrencilerin bazılarının oksijenin moleküler yapısını hatırlayamadıkları, bazılarının ise bunu bildikleri halde sadece gaz halde olduğunu belirtmeleri gerektiğini düşünerek boşluklu yapıyı göstermelerinin yeterli olacağını düşündükleri için böyle bir gösterimi tercih ettikleri belirtilmiştir. Molekül yapıları bileşik örneği olarak sorulan su için ise yalnızca deney grubundan üç öğrenci (DÜ1, DÜ, DO1) suyun molekül yapısını gösteren doğru çizimler yapmıştır. Molekül yapıları olmayan bileşik örneği olarak sorulan tuz için ise sadece bir öğrencinin (DÜ1) doğru yığın yapıları gösterimi kullanması molekül yapıları elementlerde olduğu gibi molekül yapıları olmayan bileşiklerde de öğrencilerin sorun yaşadığını ortaya koymaktadır. Karışım örneği olarak ise hava için deney grubundan üç öğrenci (DÜ1, DÜ2 ve DO1) farklı tanecikler içeren doğru çizimler yaparken diğer öğrenciler ise tek cins tanecik içeren gösterimlerde bulunmuştur. Öğrencilerin element ve bileşiklerle ilgili çizimleri ve açıklamaları deney grubu öğrencilerinin anlamalarının kontrol grubuna göre daha iyi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu da öğrencilerin anlamasında BDÖ materyalindeki gösterimlerin etkililiğine işaret etmektedir. Zira materyalde yukarıda irdelenen kavramlar “Elementler”, “Molekül yapıları elementler”, “Bileşikler”, “Molekül yapıları olmayan bileşikler”, “Saf maddeler” ve “Karışımlar” olmak üzere farklı başlıklar altında incelenmiştir. Çok sayıda madde örneklerinin tanecikli yapıları etkileşimli olarak incelenmiş ve TGA yöntemine göre farklı tanecikler karşılaştırılarak tartışılmıştır.

5. 2. 1. 8. Fiziksel ve Kimyasal Değişim Kavramları İle İlgili Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Kontrol grubu öğrencilerinin yarıdan fazlası, MTYBT'nin on beşinci sorusunda tanecikli modeli verilen suyun fiziksel değişim sonucu tanecikler arası boşlukların artacağını belirleyememiştir (KG: 51,2, DG: %29,3). Benzer şekilde MTYKT'nin yirminci sorusunda da kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık yarısı buharlaşma sonucu oluşacak tanecikli yapıyı belirleyemezken deney grubunda bu oran oldukça düşüktür. Bu oranlar kontrol grubuna nazaran deney grubu öğrencilerinde fiziksel değişimler sonucu maddelerin tanecik yapısında herhangi bir değişim olmayacağı bilgisinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Mülakatlardan elde edilen sonuçlar da bu düşünceleri desteklemektedir. Zira mülakatın yedinci sorusunda deney grubu öğrencilerinin tamamı ve bir kontrol grubu öğrencisi (KO2) suyun buharlaşması ve donması sırasında meydana gelen değişimleri doğru açıklayarak bu değişimin fiziksel bir değişim olduğunu belirtmiştir. Özellikle kontrol grubunda bazı öğrenciler ise moleküllerin parçalanacağı ya da yeniden birleşeceği yönünde alternatif kavramlara sahiptir. Su buharlaştığında su molekülünü oluşturan atomların birbirinden ayrılacağı alternatif kavramına deney grubu öğrencilerinde rastlanmazken, bu alternatif kavrama kontrol grubu öğrencilerinde oldukça

yüksektir (%39). Bu sonuç deney grubunda kullanılan BDÖ materyalinde, literatürdeki (Boz, 2006; Gabel ve diğ., 1987; Griffiths ve Preston, 1992; Kenan, 2005; Kind, 2004; Kokotas ve diğ., 1998; Lee ve diğ., 1993; Stepan, 2003) “maddelerin hal değiştirdiği zaman taneciklerinin de değişeceği” alternatif kavraması dikkate alınarak hazırlanan KDM’lerin oldukça etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde MTYBT’nin yirmi birinci sorusunda, kontrol grubu öğrencileri deney grubu öğrencilerinin üç katı oranında daha düşük anlama göstermiştir. Üstelik ön testte deney grubu öğrencilerinin anlamaları kontrol grubundan daha düşüktür. Bu sonuç BDÖ materyalinin, fiziksel değişimde olduğu gibi, kimyasal değişimde de öğrencilerin anlamalarını artırmada oldukça başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Zira materyalde, kimyasal değişim ile ilgili olarak kömürün yanması, demirin paslanması, solunum ve elektroliz animasyonlarına ayrıca fiziksel değişimi gösteren iyodun alkolde çözünmesi, suyun buharlaşması, buzun erimesi ve küp şekerin ezilmesi animasyonları ile bunlarla ilgili tanecik düzeyinde simülasyonlara, KDM’lere ve tartışmalara yer verilmiştir.

KCGKT’nin üçüncü bölümünde yer alan kısa cevaplı yargılardan elde edilen bulgular, kontrol grubu öğrencilerinin deney grubu öğrencilerine göre yüksek oranda alternatif kavramalara sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Bu alternatif kavramalar arasında taneciklerin yaklaşması, uzaklaşması, hızlanması ve yavaşlaması durumlarının kimyasal değişimin göstergesi olduğu, maddelerin ısıtılması, soğutulması, sıkıştırılması, katıların kırılıp parçalanması, öğütülmesi ve karışım oluşturulması ile hal değişim olaylarının kimyasal değişim olduğu bulunmaktadır. Bazı öğrenciler ise atomların molekül oluşturmasının, moleküllerin atomlarına ayrılmasının, elementlerden bileşik oluşmasının, bileşiklerin elementlerine ayrılmasının ve yanma olaylarının fiziksel değişim olduğuna inanmaktadır. Bu alternatif kavramalardan sadece iki tanesinde (maddelerin ısıtılması ve karışım oluşturulması kimyasal değişim olduğu) deney grubu öğrencilerinin oranı kontrol grubuna göre az farkla yüksektir. Diğer bütün yanılgılarda deney grubu ile kontrol grubu arasında belirgin bir fark vardır. Bu da deney grubunda BDÖ materyali kullanılarak yapılan öğretimin etkililiğini ortaya koymaktadır. Belirlenen alternatif kavramalar içerisinde en dikkat çekici olanı ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık yarısının karışım oluşturulmasının kimyasal değişim olduğuna inanmalarıdır. Bu alternatif kavramanın öğrencilerin karışımların özelliklerini yeterince bilmemesinden ve literatürde öğrencilerde bulunduğu belirtilen, karışımların saf madde olduğu (Coştu ve diğ., 2007; Köseoğlu ve diğ., 2003), bütün sıvıların karışım olduğu (Stepan, 2003) gibi alternatif kavramalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mülakatın sekizinci sorusunda ise öğrencilere, maddelerin kimliğinin değiştiği ve değişmediği olaylar ile taneciklerine bakılarak bir maddenin kimliğinin değişip

değişmediğini nasıl anlayacakları sorulmuştur. Kimyasal değişimlerle ilgili olarak deney grubu öğrencileri (DÜ1, DÜ2, DO1 ve DO2) daha çok, örnek olarak animasyonlarda kullanılan yanma, paslanma, küflenme, bozulma, çürüme, mayalanma ve suyun elektrolizi gibi olaylar kimyasal değişime örnek olarak verilmiştir. Bu da öğrencilerin görsel ve etkileşimli olarak öğrendikleri olayları unutmadıklarını göstermektedir. Kontrol grubunda ise yanma ve paslanma olayları ile cevaplar sınırlı kalmıştır. Fiziksel değişimlere ise her iki grupta çoğunlukla erime, donma, buharlaşma ve yoğunlaşma gibi hal değişimleri örnek olarak verilmiştir. Bazı öğrenciler fiziksel ve kimyasal değişimlere örnek verebilirken, taneciklerde meydana gelen değişimleri açıklayamamıştır kontrol grubu öğrencilerinden iki tanesi ise (KÜ2 ve KA1) açıklamalarında alternatif kavrama içeren cevaplar vermiştir. Sonuç olarak mülakatlardan elde edilen bulgularda, deney grubu öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişim olayları ile ilgili anlamalarının kontrol grubuna göre yüksek olduğunu, kullanılan materyalin başarıyı artırmanın yanı sıra alternatif kavramaları gidermede de etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

5. 2. 2. Makroskobik Seviyedeki Kavramlara Yönelik Yapılan Tartışma

MTYKT'nin ikinci sorusunda her iki aşamayı doğru cevaplayan öğrencilerin oranı düşük olsa da öğrencilerin büyük çoğunluğunun (KG: %85,4, DG: %97,6) katı ve sıvıların sıkıştırılamayacağını, gazların ise sıkıştırılabileceğini belirtmesine karşın, MTYBT'nin on dokuzuncu sorusunda, sıvıların akıcılığı ve sıkıştırılamayışı ile gazların sıkışma ve genleşme özelliklerinin tanecikler arası boşluklarla ilgili olduğunu öğrencilerin yaklaşık yarısı belirleyememiştir (KG: %56,1, DG: 48,8). Benzer şekilde öğrenciler MTYBT'nin ikinci sorusunda sıkıştırılabilme ile tanecikler arası boşlukların (KG: %51,2, DG: 56,1), üçüncü sorusunda ise verilen sıkışma, genleşme ve çözünme olayları ile boşluklu yapı arasındaki ilişkiyi belirlemede sorun yaşadıkları (KG: %56,1, DG: 34,1) görülmüştür. Bu durum, öğrencilerin teorik düzeydeki bilgilerini günlük yaşamdan olaylara yeterince uygulayamadıklarını göstermektedir. Öğrenciler mikroskobik düzeyde meydana gelen değişimleri bilseler de bu bilgilerini makroskobik düzeyde gerçekleşen olayların açıklanmasında yeterince kullanamamaktadır. Bazen de öğrencilerin makroskobik özelliklerle mikroskobik özellikleri ayırt edemedikleri gözlenmiştir. Örneğin MTYBT'nin üçüncü sorusunda öğrenciler öncüller arasında yer alan sünger ve pamuğun sıkıştırılabilmesinin tanecikler arası boşluklardan değil, maddelerin makroskobik yapısından kaynaklandığını belirleyememiştir. Sorunun doğru cevaplanma oranının da oldukça düşük olmasının bu durumdan kaynaklandığına inanılmaktadır.

Deney grubu öğrencilerinin maddelerin şekli ve akışkanlığı ile ilgili anlamalarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu, KCGKT'nin ikinci bölümünde yalnız katıların

belirli bir şeklinin olduğunu bilemeyen (KG: %22, DG: %12,2) ve sıvı ve gazların buldukları kabın şeklini aldıklarını (KG: %58,5, DG: %41,5) bileyen öğrencilerin oranlarının yüksek olmasından anlaşılmaktadır. Ayrıca bu durum yalnız sıvıların buldukları kabın şeklini alacaklarına dair alternatif kavramaya sahip (KG: % 41,5, DG: %29,3) öğrencilerin oranının kontrol grubunda daha fazla olmasında anlaşılmaktadır. MTYBT'nin on yedinci sorusunda da özellikle kontrol grubu öğrencileri gazların akışkan olduğunu belirtememiştir (KG: %39, DG: %19,5). Bu soruda öğrencilerin akışkanlığı sadece sıvılara ait bir özellik olarak düşündükleri anlaşılmaktadır. Bu inanın günlük hayattaki kullanımdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira testin ikinci bölümünün on beşinci yargısında kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık yarısı sadece sıvıların akışkan olduklarını belirtmiştir. MTYBT'nin on sekizinci sorusunda ise kontrol grubu öğrencilerinin yaklaşık yarısı, havanın özelliği olarak akıcılığı ve sıkıştırılabilirliği doğru olarak bilememiştir. Bu anlamalarda deney grubunun kontrol grubuna göre yaklaşık iki kat daha başarılı olduğu görülmektedir. Benzer şekilde KCGKT'nin II. bölümünde özellikle kontrol grubu öğrencileri yalnızca gazların buldukları kabı tamamen dolduracaklarını (KG: %24,4, DG: %63,4) ve buldukları kabın her tarafına basınç uygulayacaklarını (KG: %41,5, DG: %65,9) bilememiştir. Aynı şekilde yalnız sıvıların ya da sıvı ve gazların buldukları kabı tamamen dolduracakları ya da kabın her tarafına basınç uygulayacakları yönünde alternatif kavramaya sahip öğrencilerin oranı deney grubunda kontrol grubuna göre daha düşüktür. Bu da deney grubunda yapılan öğretimin katı ve sıvıların fiziksel özelliklerinin anlaşılmasını sağlamada başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin belirli bir kütesinin ve hacminin olup olmadığının sorulduğu KCGKT'nin ikinci bölümünden elde edilen bulgulardan da anlaşılmaktadır. Örneğin katı, sıvı ve gazların her üçünün de belirli bir kütesinin var olduğunu belirten kontrol grubu öğrencilerinin oranı deney grubuna göre çok düşüktür (KG: %12,2, DG: %48,8). Maddelerin özellikleri ile ilgili alternatif kavramaların deney grubunda daha az olmasında materyalin son bölümünde "Katılar", "Sıvılar" ve "Gazlar" başlıkları altında yapılan tartışmaların ve yer alan KDM'lerin ve animasyonların etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Zira materyalde katı, sıvı ve gazların belirli bir kütesinin, belirli bir şekli ve hacminin olup olmadığını gösteren ayrı ayrı animasyonlar bulunmaktadır. Animasyonlar KDM'lerle desteklenmiştir. Bu KDM'lerde gazların kütesinin olmadığı (Durmuş ve Bayraktar, 2010; Eskilsson ve Hellden, 2003; Lee ve diğ., 1993; Stavy, 1990) ve boşlukta yer kaplamadıkları (Stepans, 2003) gibi literatürde belirlenen alternatif kavramaların giderilmesine yer verilmiştir.

MTYBT'nin yedinci sorusundan elde edilen bulgular bazı öğrencilerin maddeleri sınıflandırmada güçlük çektiğini göstermektedir. Bu öğrenciler verilen kavram haritasında

maddeyi saf madde ve karışım olarak, saf maddeleri de element ve bileşik olarak sınıflandıramamıştır. MTYKT'nin on beşinci sorusunda ise son testte kontrol grubu öğrencilerinin büyük bir kısmı bileşiklerin saf madde olmadığı alternatif kavramasına sahip olduklarını ortaya koymuştur (KG: %41,5, DG: %17,1). Bu alternatif kavramanın altında öğrencilerin bileşiklerin farklı elementlerden oluştuğunu düşünmesi yatmaktadır. Zira su, şeker gibi bileşiklerin farklı elementlerden oluştuğu için saf madde olmadığı alternatif kavraması literatürde de yer almaktadır (Çakır, 2005; Karaer, 2007; Sökmen ve Bayram, 2001). Deney grubu öğrencilerin maddelerin sınıflandırılmasında daha başarılı olmasının kullanılan BDÖ materyalinin etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. Zira materyalde saf maddelerin sınıflandırılmasına ait etkileşimli kavram haritasına yer verilmiştir. İkinci bölümde "Kendimizi Değerlendirelim" başlığı altında yer alan kavram haritasında sürükleyici bırak tekniği ile öğrenciler saf maddeleri element ve bileşik olarak sınıflandırdıktan sonra, elementleri atomik yapıya sahip olan ve molekül yapıya sahip olan şekilde, bileşikleri ise molekül yapıya sahip olan ve molekül yapıya sahip olmayan şekilde sınıflandırmış ve bu sınıflandırmalarla verilen maddeleri eşleştirmişlerdir.

Deney grubu öğrencileri fiziksel ve kimyasal değişimlerle ilgili olarak anlama güçlüklerini ve alternatif kavramalarını gidermede kontrol grubuna göre daha başarılıdır. Örneğin MTYBT'nin on ikinci sorusunda öğretim öncesi deney grubu öğrencilerinin başarıları kontrol grubunun yarısı kadar olmasına karşın öğretim sonrası deney grubu lehine yaklaşık %20'lik bir fark oluşmuştur. MTYBT'nin on dördüncü sorusunda fiziksel değişimlerde maddelerin değişerek başka bir maddeye dönüşmeyeceğini bilen öğrencilerin oranının oldukça yüksek olmasına rağmen bu bilgilerini verilen olayların fiziksel mi yoksa kimyasal mı olduğunun açıklanmasında yeterince kullanamamaları olayın mahiyetini iyi bilmediklerini ortaya koymaktadır. Deney grubunda bu problemin üstesinden gelebilmek amacıyla çok sayıda fiziksel ve kimyasal değişim örneğine etkileşimli olarak yer verilmiştir.

KCGKT'nin üçüncü bölümünden elde edilen bulgular deney grubu öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişimlerle ilgili alternatif kavramalarının kontrol grubuna göre oldukça düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle kontrol grubu öğrencileri elementlerden bileşik oluşmasının, bileşiklerin elementlerine ayrılmasının ve maddelerin yanmasının fiziksel değişim olduğu alternatif kavramalarına sahiptir. Öğrencilerdeki bu düşüncelerin, literatürde ifade edilen elementlerin karışım olduğu (Köseoğlu ve diğ., 2003), bileşiklerin farklı atomların birleşmesinden oluştuğu için karışım olduğu (Çakır, 2005; Sökmen ve Bayram, 2001), su ve şekerin bileşik olduğu için saf madde olmadığı (Karaer, 2007) gibi alternatif kavramalardan beslendiği düşünülmektedir. Kontrol grubunda yapılan öğretimde de, bu alternatif kavramaların dikkate alınmasının giderilebilmeleri için

yeterli olmaması KDM'ler gibi alternatif kavramaların giderilmesine yönelik araçların kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Kontrol grubu öğrencileri daha yüksek oranlarda hal değişimi olaylarının kimyasal değişim olduğu alternatif kavramasına sahiptir. Buharlaştırma ve yoğunlaştırma olaylarıyla ilgili alternatif kavramaya sahip olan öğrencilerin oranının yüksek olması bu olayların içeriğinin erime ve donmaya göre daha az bilinmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca literatürde ifade edilen buharlaşan madde yok olur, havaya dönüşür, yoğunlaşmada hava sıvıya dönüşür (Lee ve diğ., 1993), su buharı sudan farklı bir maddedir (Kind, 2004), su buharlaştığında havadaki oksijenle birlikte kimyasal bir tepkimenin oluşmasından dolayı başka maddeler meydana gelir (Pideci, 2002) şeklindeki düşünceler öğrencileri bu tür alternatif kavramalara yönlendirmiş olabilir. Ayrıca kontrol grubu öğrencileri yüksek oranlarda maddelerin sıkıştırılmasının, katı maddelerin kırılıp parçalanmasının ve öğütülmesinin kimyasal değişim olduğuna inanmaktadır. Bu alternatif kavramaların altında da, daha önce de öğrencilerde var olduğu ortaya konan, bu tür değişimlerden taneciklerin de etkileneceği düşüncesinin yattığına inanılmaktadır. Literatürde tespit edilen bütün bu alternatif kavramaların her iki grupta da dikkate alınmasına rağmen, deney grubunda KDM'ler yardımıyla detaylı incelenmesinin öğrencilerin alternatif kavramalarını gidermelerinde etkili olduğu söylenebilir.

5. 3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu başlık altında araştırmanın “Geliştirilen materyalin ve uygulama sürecinin etkililiği ile ilgili öğrenci ve öğretmen görüşleri nelerdir?” şeklinde ifade edilen birinci alt problemi tartışılmıştır. Uygulama öğretmeniyle materyalin uygulanması esnasındaki gözlemlerinin, BDÖ ve materyal hakkındaki düşüncelerinin alınması amacıyla mülakat yapılmıştır. Uygulama öğretmeni yaptığı değerlendirmesinde, kullanılan rehber materyaller sayesinde öğrencilerimizin ne kadar basit ifadeleri bilmediklerini, daha alt seviyeden başlanması gerektiğini anladığını belirtmiştir. Bu da materyalin, çoğu zaman öğrencilerin mevcut bilgi birikimi dikkate alınmadan derse başlanmasının bir eksiklik olduğunun ortaya konulmasında etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca uygulama öğretmenin ifadeleri, kullanılan materyallerin, öğrenmeyi etkileyen en önemli etken öğrencinin mevcut bilgi birikimi olduğu ve yeni öğrenilen bilgilerin mevcut bilgiler üzerine inşa edildiği düşüncesine dayanan öğrenme teorisi olan yapılandırmacı yaklaşımın özelliklerini ön plana çıkarmada etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca bu durum, materyallerin öğrencilerin ön bilgilerini tespit etme, anlamalarını artırma, alternatif kavramalarını belirleme ve kavramsal farklılaşmaya fırsat tanıyan 5E modeline göre hazırlanmasının bir sonucu olarak gösterilebilir.

Uygulama öğretmeni açıklamalarında yaptığı “Meğer biz havanda su dövüyormuşuz. Öğrencilere anlattıklarımızı aynen alıyor sanıyoruz. Çalışma yapraklarına verilen cevaplarda onu gördüm.” özeleştirisi çalışma kapsamında geliştirilen ve kullanılan materyallerin öğretmen tarafından farklı ve etkili bulunduğunu ortaya koymakta ve öğretmende ciddi düzeyde farkındalık oluşturduğunu düşündürmektedir. Bu açıklama Bodner (1990)’in bilginin öğrenenin kafasında yapılandırıldığı ve öğretmenin kafasından öğrencinin kafasına hiçbir değişikliğe uğramadan geçme şansının çok az olduğunu belirttiği düşüncesini yansıtmaktadır. Bu da materyallerin yapılandırmacı yaklaşımın felsefesini ortaya koymada etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Uygulama öğretmeni açıklamalarında en iyi öğrencilerin bile hiç beklemediği alternatif kavramalara sahip olduğunu belirtmesi, çalışma kapsamında geliştirilen ve kullanılan rehber materyallerin öğrencilerin mevcut alternatif kavramalarının ortaya çıkarılmasında etkili olduğunu göstermektedir. Öğretmenin, o kadar açıklama ve tekrara rağmen bazı alternatif kavramaların devam ettiğini gördüğünü belirtmesi, mevcut alternatif kavramaların sonraki öğrenmeleri etkileyerek kavramların zihinde doğru yapılandırılmasını engellediğini (Hewson ve Hewson, 1984), öğrencilerin yapılandıkları bilgilerinin yanlış olabileceğini kabul etmediklerini ve değiştirmeye karşı direnç gösterdiklerini (Bodner, 1990; Papageorgiou ve diğ., 2008) ortaya koymaktadır. Bu da öğretmenlerin çok iyi öğretici olsalar bile, öğrencilerin her zaman öğrenemeyecekleri (Bodner, 1990) düşüncesi ile açıklanabilir.

Uygulama öğretmeni ilk defa yapılan uygulamanın öğrencilere ilginç geldiğini, öğrenci merkezli olduğunu, derse hazırlıklı gelmelerini sağladığını ve BDÖ materyalini kullanan öğrencilerin net bir şekilde animasyonlarda olayları gördüklerini belirtmiştir. Zira özellikle soyut kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasında BDÖ’nün olumlu katkılar sağladığı ifade edilmektedir (Geban ve diğ., 1992; Rodrigues, 1997). Öğretmen, animasyonları izlemenin ve etkileşime girmenin öğrencilerin hoşlarına gittiklerini belirterek “Çocuklara çikolata vermiş gibi mutlu oluyorlar. Çünkü bilgisayar bir eğlence onlar için.” ifadelerini kullanmıştır. Bu ifadeler, literatürde etkili bir BDÖ materyalinde olması gerektiği belirtilen (Yalın, 2003) ilgi çekiciliğin, çalışma kapsamında geliştirilen zenginleştirilmiş BDÖ materyali tarafından da sağlandığını ortaya koymaktadır. Uygulama öğretmeni, BDÖ’nün olumsuz yönü olarak öğrencilerin alıştıklarında biraz sıkıcı olabildiğini bundan dolayı tüm dersi bilgisayarda değil de ara ara bir program dahilinde BDÖ’yü kullanmanın daha etkili olacağını belirtmiştir.

Uygulama öğretmeni kullandığı BDÖ materyalinin animasyonlarını, soruların düşündürücü olmasını, öğretici olmasını, alternatif kavramaları açık bir şekilde ortaya çıkarmasını ve bu alternatif kavramaları ortadan kaldırmasını beğendiği yönleri arasında

saymıştır. Literatürde de yapılan çalışmalarda da BDÖ materyallerinin öğrencilerin alternatif kavramlarının giderilmesi, kavramsal anlamının sağlanması ve öğrencilerin derse karşı olumlu tutum geliştirmelerinde etkili olduğu belirtilmektedir (Özmen, 2008). Öğretmen bazı bilgisayarlarda programın verimli çalışmamasını ifade etmiştir. Kalabalık sınıflarda, çalışma yapraklarına paralel olarak BDÖ materyalinin aktif katılımı ve sınıf içi tartışmalarla birlikte götürülmesi zorluğunun ortadan kaldırılması amacıyla şifreler kullanılmıştır. Başlangıçta öğrenciler, animasyon ekranına fare ile sağ tıklanmasıyla gelen “oynat” komutunu çalıştırarak şifre girilmeden ilerlenebileceğini belirlemiştir. Bunun uygulamalar esnasında sorun oluşturmadığı yapılan görüşmelerden ve bunu öğretmenin gülererek belirtmesinden anlaşılmıştır. Yine süreç içerisinde öğretmenle yapılan görüşmelerde belirlenen bazı bilgisayarlardan kaynaklanan sorunlardan dolayı kısa süreli aksaklıklar sorun oluşturmamıştır. Ayrıca uygulama öğretmeni, materyaldeki ünite girişlerinde, öğrencilerin ilgisini ve dikkatini sağlamak adına yer verilen eğlendirici animasyonları öğrencilerin dikkatle izlemesinden dolayı, bu animasyonların artırılacağı önerisinde bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan öğretim materyallerinin öğrenci gözüyle değerlendirilmesi amacıyla BDÖ materyali değerlendirme anketinden elde edilen bulgular programın kullanımı hakkında yeterli bilgi verildiğini ortaya koymaktadır. Hem derslere başlanılmadan önce materyalin nasıl kullanılacağına dair yapılan tanıtımın hem de etkinliklerin başında içerikte neler yapılacağına dair verilen ipuçlarını öğrencilerin yeterli gördüğü söylenebilir. Öğrencilerin büyük bir kısmı (%78-92,7) programlara kolaylıkla girilip çıkılabildiğine, materyalin rahat bir şekilde kullanabildiğine ve neler yapılması gerektiği hakkında yönergelerin yeterince verilmiş olduğuna inanmaktadır. Bu da materyalin tasarımında belirtilen, sayfalarda yer alan butonların işlevleri üzerlerine yazılarak öğrenciye kullanım kolaylığı sağlandığının, öğrencinin istediği zaman ileri-geri butonlarını kullanarak bir önceki ya da sonraki sayfaya geçebildiğinin, ana menüye, başka bir bölüme, farklı bir etkinliğe ya da konuya ulaşabildiğinin, sayfada bulunan bir animasyonu kontrol edebildiğinin bir göstergesi olarak belirtilebilir. Programların her açıldığında doğru çalıştığına öğrencilerin yaklaşık yarısı katıldığını belirtirken diğer yarısı kısmen katıldığını belirtmiştir. Bu da katılmayan öğrenci oranının oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin yaklaşık yarısının kısmen katıldığını belirtmesi ders içerisinde zaman zaman yaşanan küçük çaplı aksaklıklardan kaynaklandığı ile açıklanabilir.

Öğrencilerin çoğunluğu (%65,9-%80,5) BDÖ ortamında konuya olan ilgisinin arttığını, motivasyonunun sağlandığını, zamanın daha verimli kullanıldığını ve zamanın nasıl geçtiğini anlamadığını belirtmiştir. Benzer şekilde anketin ikinci bölümünün ikinci sorusunda öğrencilerin tamamına yakını BDÖ materyalinin ders dinleme isteğini ve derse

ilgisini olumlu etkilediğini ya da artırdığını belirtmiştir. Bunda materyalin çizgi film gibi hareketli, zevkli ve eğlenceli olmasının, olayların daha net görülmesini ve daha kolay anlaşılmasını sağlamasının, daha çok ayrıntıya girmesinin vb. etkili olduğu öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Böylece materyalin, BDÖ'nün etkili olma sebepleri arasında sayılan (Yalın, 2003) ilgi çekici olması ve hatırlamayı kolaylaştırması özelliğini taşıdığı, ortamının öğrencilerin sürekli aktif olmasının ve kendi öğrenmesinden sorumlu hale gelmelerinin sağlandığı (Uşun, 2000) söylenebilir.

Öğrencilerin çoğunluğu (%70,7-%90,2) BDÖ materyalinin dikkat çekici olduğunu, materyalde ön bilgilerin hatırlatıldığını ve konuyu BDÖ materyali sayesinde öğrendiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, anketin ikinci bölümündeki açıklamalarında öğrencilerin tamamı, BDÖ materyalinin maddenin tanecikli yapısını öğrenmesine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Bunda materyalin ilgilerini çekmesinin, görsellerle görerek, eğlenerek öğrenmelerinin, materyalin öğretici ve açıklayıcı olmasının etkili olduğunu belirtmişlerdir. BDÖ materyali değerlendirme formunun üçüncü sorusunda ise öğrenciler BDÖ materyalinin en çok öğretici olmasını, maddelerin tanecikli yapılarını göstermesini, konuyu deneylerle anlatmasını, gerçekçi olmasını, eğlenceli olmasını, tahmin, gözlem, açıklama aşamalarını, resim ve videolarını vb. beğendiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu düşüncelerinde, materyalin girişinde 4. ve 5. sınıf seviyelerinde öğrendikleri ünite ile ilgili kavramların hatırlatılması amacıyla kavram haritası ve sürükle-bırak etkinliklerine yer verilmesinin, etkinliklerin girişinde dikkatlerinin çekilmesi ve etkinlikte yapılacaklarla ilgili bilgilerin yer aldığı sayfalara ve bazı etkinliklerde eğlendirici giriş animasyonlarına yer verilmesinin ve içerikte farklı yöntem ve tekniklerin kullanılmasının etkili olduğu söylenebilir. İçeriğin basitten zora doğru sunulduğunu belirten öğrencilerin oranının (%51,2) az olmasında ise ünite konularının sıralanışının etkili olduğu düşünülmektedir. İlk bölümde tanecikli yapı fikrinin günlük hayattan örneklerle verilmesinin ardından ikinci bölümde element ve bileşiklerin, üçüncü bölümde fiziksel ve kimyasal değişimler ile saf madde ve karışım kavramlarının verildikten sonra son bölümde öğrencilere kısmen daha kolay gelen maddenin halleri ve hal değişimlerinin verilmiş olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca içerikte, her bir etkinliğin TGA'ya göre yürütülürken tahmin ve gözlemler alındıktan sonra açıklamalara geçilmesi ve açıklayıcı bilgiler içeren KDM'lere sonra yer verilmesinin de etkili olduğu düşünülebilir.

Öğrenciler anketin birinci bölümünde bilgisayarla sürekli etkileşim içinde olduklarını (%61) belirtmiştir. Benzer şekilde öğrenciler, ikinci bölümünün dördüncü sorusunda materyalin etkileşim özelliğinin konuyu anlamalarını olumlu etkilediğini, daha iyi anlamalarını ve öğrenmelerini sağladığını belirtmiştir. Ayrıca öğrenciler ekrandaki yazıların rahat okunduğunu (%85,4) ve renklerin gözü yormadığını (%78) belirtmiştir. Bunda pilot

uygulamada kullanılan materyalin tasarımı yeniden yapılarak asıl uygulamada kullanılmasının etkisi olduğu söylenebilir. Bu da yazı ve renk seçiminin isabetli olduğu şeklinde yorumlanabilir. Benzer şekilde öğrenciler BDÖ materyali değerlendirme formunun beşinci sorusunda BDÖ materyalindeki görsellerin konuyu anlamalarını ve öğrenmelerini olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bunda görsellerin renkli ve ilgi çekici olmalarını, konu anlatımlarını desteklemelerini, derse daha iyi odaklanmalarını sağlamalarını ve görerek daha iyi öğrenmelerini sağlamaları gibi gerekçelerin etkili olduğunu belirtmişlerdir.

BDÖ materyalinin ikinci bölümünün altıncı sorusunda öğrencilere BDÖ materyalinin beğenmedikleri yönleri sorulduğunda öğrencilerin yaklaşık yarısı materyalin her şeyini beğendiğini, beğenmediği yönü olmadığını belirtmiştir. Bazı öğrenciler yazıların yavaş gelmesini beğenmediğini ifade etmiştir. Bu öğrenciler gerekçe olarak yavaşlığı sevmedikleri, okuma güçlüğüne sebep olduğu gibi cevaplar vermiştir. Diğer konuların da bu tür ortamlarda yapılmasını istediğini belirten öğrencilerin kısmen az olması ise (%63,4) ünitenin tamamının ve ünite boyunca tüm derslerin bilgisayar başında işlenmesi ve bütün etkinliklerde beraberinde çalışma yapraklarının kullanılarak böylece zorlayıcı bir sebep olarak tüm öğrencilerin sürekli derse katılımının sağlanmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

5. 4. Çalışmanın Genel Olarak Değerlendirilmesine ve Sınırlılıklarına Yönelik Tartışma

Çalışmadan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde başarı ve kavram testlerinde, ön testler arasında anlamlı bir farklılık olmamasına karşın son testlerde deney grubu lehine olan anlamlı farklılık, deney grubunda yapılan öğretimin kontrol grubuna göre anlamaların artırılması ve alternatif kavramaların giderilmesinde daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Gecikmiş testlerle son testler arasında anlamlı bir farklılığın olmaması, her iki grupta da başarı düzeyinde belirgin bir azalma olmadığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç, her iki grupta da yapılan öğretimin kalıcı öğrenmeyi sağladığı göstermektedir. Bu nedenle gruplar arasında kalıcılığı sağlama açısından farklılık olmadığı söylenebilir.

Elde edilen bulgular öğrencilerin katı, sıvı ve gaz haldeki taneciklerin özellikleri ve bu özelliklerdeki değişim ile ilgili anlamalarının deney grubunda hemen hemen her zaman yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. KCGKT'nin birinci bölümünden elde edilen bulgular incelendiğinde deney grubunda öğrencilerin dörtte üçünden fazlasının, kontrol grubunda ise yaklaşık yarısının ısıtma, soğutma, sıkıştırma ve hal değişimi olaylarında taneciklerin sayısı, büyüklüğü, hızları ve tanecikler arası boşlukların değişimi ile ilgili olarak doğru anlamalar gösterdikleri anlaşılmaktadır. Bu sonuç deney grubunda kullanılan tanecik

simülasyonları ile desteklenen animasyonların taneciklerin mikroskobik özellikleri ve bu özelliklerdeki değişimin anlaşılması üzerine etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Taneciklerin özelliklerinde meydana gelen değişimlerle ilgili olarak öğrencilerin en çok taneciklerin hızlarındaki değişimler hakkında sorun yaşadıkları ve bu sorunun özellikle maddelerin sıkıştırılması ile ilgili olduğu görülmektedir. Aslında böyle bir sorunun ortaya çıkması da materyalle ilişkilendirilebilir. Şöyleki, taneciklerin sayısı, büyüklüğü ve tanecikler arası boşluklardaki değişimler kadar sıkıştırılma anında tanecik hızlarında bir değişim olup olmayacağı materyalde yeterince vurgulanmamış ve bununla ilgili KDM'ye yer verilmemiştir. En düşük oran da materyalde belirtilmeyen gazların sıkıştırılması sırasında tanecik hızlarının değişmeyeceği ile ilgilidir. Ayrıca maddelerin sıkıştırılabilirliği ile ilgili kargaşanın da bu sonuçta etkili olduğu söylenebilir. Zira öğrenciler çevrelerindeki sıkıştırılabilen katıları görmekte ve bu durumu tanecikli yapı ile ilişkilendirebilmektedir. Ayrıca sıvıların farklı kaynaklarda sıkıştırılabilir ya da az da olsa sıkıştırılabilir olarak verilmesi bu kargaşayı artırmaktadır. Öğretim programında (MEB, 2006) yer alan "4. 2. Sıvıların çok fazla sıkıştırılmayışlarından, moleküllerinin birbiri ile temas hâlinde olduğu sonucunu çıkarır." kazanımındaki ifadeden sıvı taneciklerinin temas halinde olmasına rağmen sıkıştırılabileceği anlamı ve bu durumun yapılan deneylerle gözlenememesi kargaşayı artırmaktadır.

KCGKT'nin ikinci bölümünden elde edilen bulgular öğrencilerin katı, sıvı ve gaz haldeki maddelerin makroskobik özellikleri ile bu özelliklerle tanecikler arasında ilişki kurmakta zorlandıklarını ortaya koymaktadır. Buna rağmen, hem KCGKT'nin ikinci bölümünde, hem de MTYKT'de yer alan sorulara gerekçesiyle birlikte doğru cevap veren öğrencilerin oranının deney grubunda daha yüksek olması, materyalin öğrencilerin makroskobik seviye ile mikroskobik seviye arasında doğru ilişkiler kurmalarına yardımcı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu durumda materyalde yer verilen tanecik simülasyonlarının ve tartışmaların etkili olduğu düşünülmektedir. Zira çeşitli araştırmalarda da belirtildiği gibi animasyonlar ve simülasyonlar, TGA'nın verimli bir şekilde uygulanmasında önemli bir rol oynamakta (Monaghan ve Clement, 1999; Şahin ve Çepni, 2009) ve literatürde TGA'nın fen bilimleri öğretiminde çoğunlukla öğrencilerin öğrendiklerini uygulama ve günlük yaşamda karşılaştıkları olaylar ile ilişkilendirebilme imkânı buldukları (White ve Gunstone, 1992) deney ve etkinliklerle birlikte kullanıldığı görülmektedir (Güven, 2011; Meheut, 1997; Tatlı, 2011; Yaman, 2012).

Çalışmadan elde edilen bulgular deney grubunda yapılan öğretimin, anlamaların artırılması ve alternatif kavramaların giderilmesinde kontrol grubuna göre daha başarılı olduğunu ortaya koysa da, uygulama sonrasında bazı öğrencilerin bazı konularda hala anlama düzeylerinin oldukça düşük olduğu ve yüksek oranlarda alternatif kavramalara

sahip oldukları görülmektedir. Bu gibi durumların literatürde çoğu zaman öğrencilerdeki değişime karşı dirençle açıklandığı görülmektedir (Garnett ve Treagust, 1992; Griffiths ve diğ., 1988; Nakhleh, 1992; Quilez ve Solaz, 1995; Taber, 2001; Tsai, 1999). Ancak, alternatif kavramaların değişime karşı dirençli olması oldukça önemli bir gerekçe olsa da, ön ve pilot uygulamalar yapılmasına rağmen, bazı alternatif kavramaların asıl uygulamadan sonra da yüksek oranda devam etmesinin sadece değişime karşı dirençten kaynaklanmayabileceği de düşünülmektedir. İlk bakışta bu materyalin yeterince etkili olmadığı şeklinde yorumlanabilecek olsa da, hem ön uygulamada, hem de pilot uygulamada materyallerde hem format açısından, hem uygulanabilirlik kolaylığı açısından, hem de veri toplama araçlarının pilot uygulamalarından elde edilen verilere dayalı olarak etkisiz olduğu hususlara yönelik olarak iyileştirmeler ve düzenlemeler yapılmıştır. Ancak bu düzenleme ve iyileştirmeler asıl uygulama sonuçlarına istenen düzeyde yansımamıştır. Ayrıca özellikle pilot uygulama sonuçları dikkate alındığında elde edilen verilerin asıl uygulama sonuçlarına göre daha başarılı oldukları görülmektedir. Bu durumun iki nedeni olabileceği düşünülmektedir. Bunlardan birisi pilot ve asıl uygulamaların yapıldığı örneklemin farklı olması, ikincisi ise pilot uygulamayı araştırmacının, asıl uygulamayı ise deney grubu öğretmeninin yapmış olmasıdır. Bu nedenlerden birincisi ele alındığında, örneklem grubunun değişmesi durumunda elde edilecek sonuçların da değişmesi oldukça normal karşılanması gereken bir sonuçtur. Çünkü aynı uygulamalar yapılmış olsa bile iki farklı örnekleme öğrenci profilinin değişmesi uygulamanın etkisi üzerinde olumlu veya olumsuz belirgin bir farklılaşmaya yol açabilir. Bu nedenle asıl uygulamada pilot uygulamadan daha başarısız bir sonuç elde edilmesi öğrenci profilinin değişmesine de bağlı olabilir. Bu bağlamda bu tür çalışmaların sonuçlarının uygulandığı örnekleme sınırlı olacağı ve sonuçların genellenemeyeceği gerçeği bu çalışmada elde edilen sonuçlarla bir kere daha ortaya konulmuştur. Başarısızlığın ikinci nedeni olarak düşünülen uygulayıcının değişmesi durumu ise, daha ziyade deney grubunda materyallerin istenilen etkililikte ve biçimde uygulanıp uygulanmadığı ile ilgili bir durumdur. Bu çalışmada, veri toplama araçlarındaki ve materyalin uygulanmasındaki eksiklik ve aksaklıkların net olarak görülmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılabilmesi amacıyla ön ve pilot uygulamaların araştırmacı tarafından yürütülmesine karşın, tez izleme sürecinde ağırlık kazanan asıl uygulamanın bağımsız ve tarafsız bir uygulayıcı tarafından yürütülmesi düşüncesine dayalı olarak asıl uygulama deney grubu öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Her ne kadar uygulama öğretmenine gerekli açıklamalar yapılsa ve bazı dersler araştırmacı tarafından informal olarak gözlemlense de, öğretmen materyalin sınıf içerisinde tam olarak etkili bir şekilde uygulanmasına, gerekli tartışmaların yeterince yapılmasına ve kullanılan farklı yöntem ve tekniklerin özelliklerine yeterince dikkat etmemiş olabilir. Bu durum

öğretim materyalinin uygulanmasında öğretmen faktörünün önemini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Yıldız (2008) uygulamalarda öğretmen faktörünün göz ardı edilmemesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Öğrencilerdeki bazı alternatif kavramaların yüksek oranda devam etmesinde veri toplama araçlarının da etkisi olabilir. Aynı alternatif kavramanın farklı testlerde farklı oranda çıkması bu durumun bir göstergesidir. Test formatının kavramsal farklılaşma ile ilgili yapılan araştırmaların sonuçları üzerinde etkili olduğu gerekçesiyle (Bar ve Travis, 1991; Kenan, 2005) benzer alternatif kavramalara çalışmada kullanılan farklı testlerde yer verilmesi veri toplama araçlarının fazla olmasına neden olmuştur. Her ne kadar farklı derslerde de uygulansa bu durum öğrencilerin soruları cevaplarken sıkılmalarına ve gerekli özeni göstermemelerine neden olmuş olabilir. Pilot uygulamada gözlenen bu sorunun önüne geçilmesi amacıyla KCGKT'nin ikinci aşamasında maddenin her bir hali için ayrı ayrı sorular yargılar birleştirilerek maddenin her üç hali için birlikte sorulmuştur. Verilen yargının maddenin hangi halleri için geçerli ise o haller için ayrı ayrı birden fazla işaretleme yapılması gerektiğine ilişkin uyarılara rağmen, bazı öğrenciler tarafından göz ardı edilmiş olduğu diğer testlere verilen cevaplarla karşılaştırıldığında anlaşılmaktadır. Ayrıca veri toplama aracı olarak kullanılan MTYKT'de iki aşamalı soruların her iki aşamasını da doğru cevaplayan öğrencilerin oranının düşük olmasında, öğrencilerin aşamalar arasında ilişki kuramamasından ya da ilişki kurmaları gerektiğini göz ardı etmelerinden kaynaklandığı söylenebilir. Zira birçok öğrencinin gerekçe kısmında doğru olmasına karşın sorunun ilk aşamasındaki yargıyı desteklemeyen ifadeleri seçmeleri bunu göstermektedir.

Özetle; bu çalışmada MTY ünitesindeki kavramların öğretimine ve alternatif kavramaların giderilmesine yönelik olarak geliştirilen ve ön, pilot ve asıl uygulamalarla geliştirilerek etkisi test edilmeye çalışılan zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin hem son testte, hem de gecikmiş testte kontrol grubundakinden daha başarılı sonuçların elde edilmesini sağlayabildiği, ancak özellikle başarıyı arttırma ve alternatif kavramaları giderme açısından düşünüldüğünde çok yüksek düzeyde bir etkililik sağlama konusunda da yetersizlikleri olduğu görülmektedir. Literatürdeki pek çok çalışmada da değişik yöntem ve teknikler kullanılsa da başarının belli ölçüde atırılabildiği, ancak yüzde yüz başarının da elde edilemediği görülmektedir. Zaten bütün alternatif kavramaların giderilebileceği ve çok yüksek oranlarda başarıların elde edilebileceği sihirli yöntem veya tekniklerin sözü konusu olamayacağı da bir gerçektir. Ayrıca böyle bir iddia da inandırıcı olmaktan son derece uzak olacaktır. Bu tür çalışmaların temel amacının mevcut durumu bir basamak daha ilerletebilmek olduğu ve bütün bilimsel faaliyetlerin değiştirilmeye ve geliştirilmeye ihtiyacının olduğu düşünüldüğünde, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar için de aynı

durumun geçerli olduğu söylenebilir. Burada elde edilen sonuçlar ve bağarisızlıklar daha ileri çalışmalarla giderildiği taktirde daha bağarılı sonuçların alınması mümkün olabilir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar bu bölümde alt problemler çerçevesinde çeşitli başlıklar altında tartişılmıştır. Tartışmadan ıkarılan sonuçlar ve öneriler bir sonraki bölümde verilmiştir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

6. 1. Sonuçlar

Çalışmadan elde edilen bulgular ve yapılan yorumlara dayanılarak aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

1. Araştırmadan elde edilen veriler, deney grubunda zenginleştirilmiş BDÖ materyali ve çalışma yaprakları kullanılarak yapılan öğretimin, kontrol grubunda 5E modeline uygun yapılan öğretime göre; öğrencilerin ünitedeki kavramlara ilişkin anlamalarını geliştirmede ve alternatif kavramaların giderilmesinde daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanıldığı zenginleştirilmiş BDÖ materyallerinin öğrencilerin anlamalarını ve alternatif kavramalarını gidermede etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

2. Maddenin tanecikli yapısı ünitesinin öğretiminde zenginleştirilmiş BDÖ materyali içerisinde farklı yöntem ve tekniklerin birlikte kullanılması, öğrencilerin bu ünitedeki kavramlara ilişkin anlamalarını geliştirmiş ve onların öğretim öncesinde sahip oldukları alternatif kavramaların birçoğunun giderilmesinde etkili olmuştur. Bu sonuç, farklı konu ve kavramlarla ilgili olarak öğrencilerin anlama düzeylerinin artırılması ve kavramsal farklılaşmanın gerçekleştirilebilmesi için farklı yöntem ve tekniklerin birbirinin eksik ve olumsuz yönlerini ortadan kaldıracak şekilde kullanımının önemli olduğunu göstermektedir.

3. Çalışmada elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde; her iki grupta yapılan öğretimin de kalıcı öğrenmeyi sağlamada etkili olduğu, MTY ünitesinin öğretiminde kullanılan, çalışma yapraklarıyla desteklenen zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin, öğrencilerde gerçekleştirdiği olumlu yöndeki başarının ve kavramsal farklılaşmanın öğretimden uzun süre sonra da devam ettiği görülmüştür. Bu sonuç kalıcı öğrenmelerin sağlanmasında zenginleştirilmiş BDÖ materyallerinin kullanımının etkili olduğunu göstermektedir.

4. Çalışmada kullanılan öğretim materyallerinin öğrenci fikirleri üzerindeki etkisi bazı durumlarda hemen değil de (son testte), uygulanan öğretimin uzun süre sonrasında (gecikmiş testte) ortaya çıkmıştır. Bazı öğrencilerin uygulamanın hemen sonrasında (son testte) çeşitli alternatif kavramalara sahip olduklarının belirlenmesine rağmen, zamanla sahip oldukları alternatif kavramalarını düzelttikleri ve uygulamadan uzun süre sonra yapılan gecikmiş testteki sorulara bilimsel olarak kabul edilen fikirleri içeren cevaplar verdikleri görülmüştür. Bazı sorularda gecikmiş testteki doğru cevaplanma oranlarının son teste göre daha yüksek olması kavramsal farklılaşmanın gerçekleşebilmesi için uzun

zamana ihtiyaç olabileceği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu durumlar, kısa süreli bir müdahalenin ardından öğrencilerin fikirlerinin hemen değişmeyebileceğini, kavramsal farklılaşmanın uzun zaman gerektirdiği ve bilimsel fikirlerin bireyin zihninde yapılandırılması sürecinin müdahaleden uzun süre sonrasında bile hala devam edebileceği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

5. Deney grubunda zenginleştirilmiş BDÖ materyali ile yapılan öğretim, öğrencilerin anlamalarının artırılması ve alternatif kavramalarının giderilmesinde kontrol grubuna göre belirgin şekilde etkili olsa da bazı kavramlarla ilgili anlamaların istenilen düzeyde olmadığı ve öğrencilerin öğretim öncesinde sahip oldukları alternatif kavramaların öğretim sonrasında tamamıyla düzeltilemediği, hatta bazılarında yüksek oranda tutulduğu görülmüştür. Bu durum, ne kadar kaliteli öğretim yapılırsa yapılsın öğrencinin kavramı kendi algıladığı gibi yapılandıracağını ve her bireyden beklenen başarının elde edilemeyeceğini göstermektedir.

6. Test ve mülakatlardan elde edilen bulgular, öğrencilerin genellikle maddelerin makroskopik özelliklerini ve bu özelliklerdeki değişimleri taneciklere de uygulama eğiliminde olduklarını, mikroskopik düzeyde meydana gelen değişimleri açıklarken maddenin ölçülebilir ve gözlenebilir makroskopik özelliklerinden yola çıktıklarını göstermektedir. Öğrenciler, maddelerde meydana gelen sıkışma, genleşme, büzülme, hal değişimleri gibi fiziksel değişimlerin taneciklerindeki aynı şekildeki değişimlerden kaynaklandığına inanmaktadır. Bu alternatif kavramalar deney grubunda kullanılan BDÖ materyalinde yer verilen günlük hayattan örneklerle ilgili animasyonlar içerisindeki tanecik simülasyonlarının kullanımıyla büyük oranda giderilmiştir. Bu sonuç, mikro ve makro düzeydeki gösterimlerin bir arada kullanımının öğrencilerin anlamaları üzerine olumlu etkileri olabileceğini göstermektedir.

7. Öğrenciler MTY ile ilgili mikroskopik düzeyde çeşitli anlama güçlüklerine ve alternatif kavramalara sahiptirler. Bu alternatif kavramaların deney grubunda giderilme oranlarının kontrol grubuna göre yüksek olması deney grubunda kullanılan KDM'lerle desteklenmiş tanecik simülasyonlarının etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuç mikro düzeydeki soyut kavramların öğretiminde KDM'lerle desteklenmiş simülasyonların kullanımının etkili olabileceğini göstermektedir.

8. Deney grubu öğrencilerinin maddelerin kütle, ağırlık, hacim, şekil, sıkıştırılabilirlik gibi makroskopik özellikleri ile element, bileşik, karışım, saf madde kavramları ve maddenin halleri, hal değişimi, fiziksel ve kimyasal değişim olayları ile ilgili makroskopik düzeydeki anlama güçlüklerini ve alternatif kavramalarını gidermede daha başarılı oldukları görülmüştür. BDÖ materyali içerisinde belirtilen kavramlara yönelik bir çok

animasyonun yer alması, animasyonların öğrencilerin makroskobik düzeydeki değişimlerle ilgili anlamalarını artırmada önemli bir araç olabileceğini göstermektedir.

9. Çalışmada öğrenci anlamaları genel olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin bir kavramla ilgili olarak sahip oldukları bilgi eksikliği ve alternatif kavramlarının, onların bu kavramla ilişkili farklı kavramlara yönelik eksiklik ve alternatif kavramalara sahip olmalarına neden olduğu ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu sonuç, öğrencilerin önceki öğrenmelerinin sonrakileri etkilediğini, alternatif kavramaların da kavramlar gibi düşünce sisteminin bir parçası ve birbirleriyle etkileşim içerisinde olmaları nedeniyle yeni alternatif kavramaların gelişimine neden olabileceğini göstermektedir.

10. Bazı öğrenciler öğrendikleri bazı kavramları karıştırmakta ve birbirinin yerine kullanmaktadır. Çalışmada geliştirilen materyallerle konunun öğretimi öğrencilere bu hususta katkı sağlamış olsa da; ortaya çıkan bu sonuç hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında gözlemlenmiştir. Bu durum birçok konu veya kavram hakkında ön bilgilere ve günlük hayattan deneyimlere sahip olan öğrencilerin kavram kargaşası yaşayabildiklerini ve öğrendikleri kavramları birbirine karıştırabildiklerini göstermektedir.

11. Öğretim öncesinde anlamaları zayıf olan ve alternatif kavramalara sahip bazı öğrencilerin uygulamanın hemen sonrasında bu anlamalarını artırdıkları ve alternatif kavramalarını düzelttikleri, fakat öğretimden uzun süre sonra öğretim öncesinde sahip oldukları anlama seviyelerine ya da alternatif kavramalarına geri döndükleri görülmüştür. Çalışmadan elde edilen bu sonuç; kısa süreli bir müdahaleden sonra öğrencilerin fikirlerini değiştirmelerine rağmen, belli bir süre sonra tekrar eski kavramalarına döndüklerini, ön ve alternatif kavramaların değişime dirençli olduklarını ifade etmektedir.

12. Öğretmen ve öğrencilerin uygulamalarla ilgili görüşlerinden elde edilen bulgular, deney grubunda kullanılan BDÖ materyalinin uygulanabilir olduğunu ve içerisindeki animasyon ve simülasyonların öğrencilere göremedikleri ve zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları taneciklerin özelliklerini ve meydana gelen değişimleri görme fırsatı sağladığından konuyu daha kolay anlamalarına katkı sağladığını göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin ilgisini çektiği, onlarda merak uyandırdığı ve onların dersten daha fazla zevk almasını sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuç BDÖ'nün öğrenci anlamalarına katkı yapmanın yanı sıra motivasyonlarını sağlamada da etkili olabileceğini göstermektedir.

6. 2. Öneriler

Bu bölümde sonuçlara ve araştırmacının kazandığı deneyimlere dayalı olarak önerilere yer verilir. Bu bölüm iki başlık altında sunulmuştur.

6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

1. MTY ile ilgili olarak geliştirilen bu materyal tanecikli yapı fikrinin kullanıldığı aynı ya da farklı sınıf seviyelerinde farklı ünite ve konuları destekleyici materyal olarak kullanılabilir. Örneğin öğretim programında (MEB, 2006) yer alan, 6. sınıf seviyesinde “Madde ve Isı” ünitesinde “Maddenin Tanecikli Yapısı ve Isı” ve “Isının Yayılması” konularında, “Işık ve Ses” ünitesinde “Ses Madde ile Karşılaşınca Ne Olur?” konusunda, 7. sınıf seviyesinde “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde ve 8. sınıf seviyesinde “Ses” ve “Maddenin Halleri ve Isı” ünitelerinde BDÖ materyalinin belirli kısımları kullanılabilir.

2. MTY ünitesi ve tanecikli yapı fikrinin kullanıldığı diğer konu ve kavramların öğretiminde kullanılabilecek nitelikte olan geliştirilen BDÖ materyali araştırmacının MEB tarafından düzenlenen mahalli ve merkezi “Web Tabanlı İçerik Geliştirme” ve “FATİH Projesi Tanıtım Semineri” gibi hizmet içi eğitim seminerlerinden edindiği tecrübelerle geliştirilmiştir. Bu nedenle BDÖ materyali MEB’in ve FATİH projesinin materyal geliştirme kriterlerine uygun olarak hazırlanmış web tabanlı içeriklerin yayınlandığı “www.eğitim.gov.tr” ve FATİH projesine materyal desteği sağlayan “www.eba.gov.tr” adresinde yayınlanabilir, öğretmenlerin kullanımına sunulabilir ve materyal geliştirme çalışmalarına katkı sağlayabilir.

3. Animasyon hazırlama uzmanlık gerektiren bir iştir. Öğretmen olan araştırmacının MEB tarafından düzenlenen mahalli ve merkezi “Web Tabanlı İçerik Geliştirme” hizmet içi eğitim seminerlerine katılmasına rağmen böyle kapsamlı bir materyalin kodlamasının araştırmacı tarafından yapılamayacağı görülmüştür. Proje olarak başvurusu yapılmaması ve herhangi bir destek alınmaması çalışmanın kısıtlı bir bütçe ile yürütülmesini zorunlu kılmıştır. Bu da animasyonların kodlanmasında profesyonel olmayan kişilerle çalışılması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bunun neticesinde problemler ve süreçte aksamalar ortaya çıkmıştır. Süreçte meydana gelen aksamalar çalışmanın başlangıçta belirlenen takvime göre yürütülememesine neden olmuştur. Bu nedenle kapsamlı olarak yürütülecek bu tür materyal geliştirme çalışmalarında araştırmaların üniversite, TÜBİTAK ya da MEB gibi kurumlara proje olarak başvurulup destek alınması önerilebilir.

4. BDÖ materyalinin içeriği, senaryosu, ekran görüntüleri ve diğer rehber materyallerin tamamı araştırmacı tarafından bu çalışma için geliştirilmiştir. BDÖ materyalinin içerdiği her bir etkinlik ya da konuya ait bütün ekran görüntülerini ve gerekli açıklamaları içeren öykü yaprakları Power Point sunusu şeklinde hazırlanıp animasyonların kodlanması için gönderilmiştir. Materyali Flash ortamına aktaran kodlayıcıların alan uzmanı olmaması nedeniyle birçok bilimsel eksiklik ve yanlışlık ortaya çıkmıştır. Animasyon ve simülasyonlar araştırmacı tarafından tekrar incelenerek eksiklik

ve yanlışları not edilmiş ve düzeltilmek üzere tekrar gönderilmiştir. Verilen düzeltmelerin tek seferde eksiksiz yerine getirilememesi nedeniyle bu işlemler birkaç kez tekrar etmiş ve bu da sürecin uzamasına neden olmuştur. Bu nedenle aynı zamanda alanı bilen kodlayıcılarla çalışılması önerilebilir.

5. Materyalin uygulaması müfredatta üniteye ayrılan zamanda yapılmıştır. Ünitenin kapsamlı olması nedeniyle yarıyıl tatili yıllık planda yedi hafta süre ayrılan ünite ortasına denk gelmektedir. Bu nedenle uygulamalar yarıyıl tatili ile kesilmiş ve birinci dönemin sonlarında başlanan uygulamalara ikinci dönemin başında devam edilmiştir. Uygulamaların arasına yarıyıl tatilinin girmiş olması, öğrencilerin motivasyonunu ve testteki başarısını olumsuz yönde etkilemiş olabilir. Bu nedenle bu tür durumlarda sene başında uygulama öğretmenin yıllık planında konu ya da ünitelerin yer değiştirilmesi sağlanabilir.

6. Araştırmacının daha önce öğrencilerin MTY hakkında anlama düzeylerinin ve alternatif kavramalarının belirlenmesine yönelik çalışmaları bulunmaktadır. Ayrıca araştırmacı MEB'de öğretmen olarak çalışmakta ve araştırma yaptığı sınıf seviyesinde derse girmektedir. Yaptığı çalışmalar ve mesleki deneyimleri öğrencilerin anlama seviyelerini, alternatif kavramalarını ve olası nedenlerini bilmesi araştırmacıya materyal geliştirme konusunda büyük kolaylık sağlamıştır. Bu nedenle araştırmacılara kendi alanlarında ve mesleki deneyimleri olan konularda çalışmaları ve materyal geliştirecekleri konu ve kavramlar hakkında öğrencilerin ön bilgilerini, alternatif kavramalarını ve alternatif kavramaların olası nedenlerini iyi araştırmaları önerilebilir.

6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

1. Maddenin tanecikli yapısı ünitesinin öğretiminde zenginleştirilmiş BDÖ materyali içerisinde farklı yöntem ve tekniklerin ve çalışma yapraklarının birlikte kullanılması, öğrencilerin bu üniteye ilişkin kavramlara ilişkin anlamalarını geliştirmiş ve onların öğretim öncesinde sahip oldukları alternatif kavramaların birçoğunun giderilmesinde etkili olmuştur. Bu nedenle benzer çalışmalar fen bilimlerinin diğer alanlarında da yapılabilir.

2. BDÖ materyali içerisindeki animasyon ve simülasyonlar öğrencilere göremedikleri ve zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları taneciklerin özelliklerini ve meydana gelen değişimleri görme fırsatı sağlamıştır. Bu nedenle BDÖ materyalinin, MTY ünitesindeki soyut kavram ve olayları somutlaştırması sayesinde, öğrenmenin etkili ve kalıcı olmasına katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu nedenle daha üst sınıf seviyelerinde ünite ile ilgili kavramların öğretiminde benzer materyaller geliştirilebilir ve kullanılabilir.

3. Öğrenciler MTY kavramı ve birçok temel kimya kavramıyla ilk olarak 6. Sınıf seviyesinde "Maddenin Tanecikli Yapısı" ünitesinde karşılaşmaktadır. Bu ünite soyut ve

mikroskobik özellikte bir çok kavramı içermektedir. Zira içerikte her biri başlı başına bir araştırma konusu olabilecek tanecikli yapı fikri, element ve bileşikler, karışım ve saf maddeler, fiziksel ve kimyasal değişimler ile maddenin halleri ve hal değişimleri kavramları yer almaktadır. Ünitenin tamamının çalışma kapsamına alınması ve ünitenin tamamına yönelik materyal geliştirilmesi, materyalin oldukça kapsamlı ve zaman alıcı olmasına neden olmuştur. Üstelik geliştirilen materyalin BDÖ materyali olması bu zorluğu daha da artırmıştır. Bu nedenle BDÖ materyali geliştirme çalışmalarında içeriğin kısıtlı tutularak bir ya da birkaç kavram üzerine çalışılması önerilebilir.

4. Bu çalışmada, ön test ve son testin yanı sıra, öğrenmedeki kalıcılığı ölçmek için gecikmiş test kullanılmıştır. Bu sayede, öğrencilerin ilk kavramalarına dönüp dönmedikleri veya farklı alternatif kavramalar geliştirip geliştirmedikleri belirlenmiştir. Bundan dolayı, gecikmiş testlerin uygulanması bilgilerin uzun süreli bellekte tutulup tutulmadığının belirlenmesini sağladığından kullanılması önerilebilir.

5. Çalışmada kullanılan gecikmiş test aynı örneklem grubuna birer yıl arayla yedinci, sekizinci sınıflarda da uygulanarak boylamsal bir çalışma gerçekleştirilebilir. Bu sayede, farklı zamanlarda yapılan uygulamalardan elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak, öğrenci fikirlerinin veya kavramalarının zaman içerisinde nasıl bir değişim gösterdiği belirlenebilir.

6. Bu çalışmada farklı müdahalelerin deney ve kontrol grubu öğrencilerinin anlamaları, alternatif kavramalarına ve kavramsal yapılarındaki farklılaşmaya etkisi araştırılmıştır. Bundan sonra, tek grup üzerinde çalışılarak öğretim sonrası öğrenci fikirlerinde gerçekleşen kavramsal farklılaşma ve kalıcılığı öğrenci bazında detaylı araştırılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Abraham, M. R., Williamson, V. M. and 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, USA.
- Adadan, E., Irving, K. E. and Trundle, K. C. (2009). Impacts of multi-representational instruction on high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter. *International Journal of Science Education*, 31(13), 1743-1775.
- Adadan, E., Trundle, K. C. and Irving, K. E. (2010). Exploring grade 11 students' conceptual pathways of the particulate nature of matter in the context of multirepresentational instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 1004-1035.
- Adadan, E. (2013). Using multiple representations to promote grade 11 students' scientific understanding of the particle theory of matter. *Research in Science Education*, 43(3), 1079-1105.
- Adbo, K. and Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: a study of 16-year-old swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31(6), 757-786.
- Ainsworth, S. E. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33, 131-152.
- Akçay, H., Tüysüz, C. ve Feyizoğlu, B. (2003). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin öğrenci başarısına ve tutumuna etkisine bir örnek: Mol kavramı ve avogadro sayısı. *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 2, 2.
- Akgün, Ö. E. ve Deryakulu, D. (2007). Düzeltici metin ve tahmin-gözlem-açıklama stratejilerinin öğrencilerin bilişsel çelişki düzeyleri ve kavramsal değişimleri üzerindeki etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40(1), 17-40.
- Akyol İnç, N. (2009). Fen ve teknoloji dersi veren öğretmenlerin kılavuz kitaptaki yöntem ve tekniklerle ilgili yeterliliklerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Akpınar, A. (2012). The effect of 5e learning model on pre-service science teachers' achievement in the subject of solutions. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4 (2), 867-874.
- Aktaş, M. (2012). Biyoloji dersinde 5e öğrenme modeli ve işbirlikli öğrenme yöntemi kullanımının biyoloji dersi başarısına ve tutumuna etkisinin araştırılması. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Albanese, A. and Vicentini, M. (1997). Why do we believe that an atom is colourless? Reflections about the teaching of the particle model. *Science Education*, 6, 251-261.
- Altın, K. (2001). Fizik dersinde bilgisayar kullanımı: Bir simülasyon yazılımıyla ders geliştirilmesi. Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

- Altınok, H. (2004). İşbirlikli öğrenme, kavram haritalama, fen başarısı, strateji kullanımı ve tutum. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Altun, E., Uysal, E. ve Ünal, Ö. (1999). Bilgisayar destekli öğretimde yazılımların nitelik sorununa sistematik bir yaklaşım. *D.E.Ü. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 217-230.
- Alvermann, D. E., Hynd, C. E. and Quian, G. (1995). Effects of interactive discussion and text type on learning counterintuitive science concepts. *Journal of Educational Research*, 88, 146-154.
- Ardac, D. and Akaygun, 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.
- Arkün, S. (2007). Addie tasarım modeline göre çoklu öğrenme ortamı geliştirme süreci ve geliştirilen ortam hakkında öğrenci görüşleri üzerine bir çalışma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Ayas, A. (1995). Lise I kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. II. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Ayas, A., Yılmaz, M. ve Tekin, S. (2001). Öğretmen adaylarına radyoaktivite konusunun bilgisayar destekli öğretim yolu ile sunulması anlamı öğrenmeye katkısının değerlendirilmesi, Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu içinde (s. 431- 435). İstanbul: Maltepe Üniversitesi.
- Ayas, A. ve Özmen, H. (2002). Lise öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 45-60.
- Ayas, A. (2005). Kavram öğrenimi. S. Çepni, (Ed.), Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi (3. Baskı) içinde (s. 66-91). Ankara: PegemA.
- Ayas, A., Özmen, H. and Çalık, M. (2010). Students' conceptions of the particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science Education*, 8, 165-184.
- Aykanat, F., Doğru, M. ve Kalender, S. (2005). Bilgisayar destekli kavram haritaları yöntemiyle fen öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 391-400.
- Ayvacı, H. Ş. ve Devecioğlu, Y. (2009). Yeni program ve öğretmenlerin yenilikçi bakış açıları. I. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi, Çanakkale.
- Bahar, M., Öztürk, E. ve Ateş, S. (2002). Yapılandırılmış grid metodu ile lise öğrencilerinin Newton'un hareket yasası, İş, güç ve enerji konusundaki anlama düzeyleri ve hatalı kavramlarının tespiti. V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1) 55-64.
- Baki, A. (2002). *Bilgisayar destekli matematik* (1.baskı). İstanbul: Ceren.
- Bar, V. and Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 363-382.
- Barnea, N. and Dori Y. (1996). Computerized molecular modeling as a tool to improve chemistry teaching. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 36, 629-636

- Barnea, N. and Dori, Y. J. (1999). High-school chemistry students' performance and gender differences in a computerized molecular modeling learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 8(4), 257–271.
- Bayrak, N. ve Doğan, S. (2009). Yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak geliştirilen ders yazılımı ve çalışma yapraklarının öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığa etkisi. *Eğitim Bilimleri Ve Uygulama*, 8(15), 59- 82.
- Beerenwinkel, A., Parchmann, I. and Grasel, C. (2011). Conceptual change texts in chemistry teaching: a study on the particle model of matter. *International Journal of Science Education*, 9, 1235-1259.
- Bektaş, O. (2003). Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili lise 1. Sınıf öğrencilerinin yanlış kavramaları, nedenleri ve giderilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bektaş, O. (2011). 10. Sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı, epistemolojik inanışları ve fenin doğası hakkındaki görüşleri üzerine 5e öğrenme modelinin etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, ODTÜ, Ankara.
- Bilgin, İ. ve Geban, Ö. (2001). Benzeşim (analoji) yöntemi kullanarak lise 2. Sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 26 – 32.
- Birinci Konur, K. (2010). Kavramsal değişim metinlerinin sınıf öğretmeni adaylarının fiziksel ve kimyasal değişim konusunu anlamalarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. and Silberstein, H. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, 63(1), 64-66.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. S. and Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. *Education in Chemistry*, 25, 89-92.
- Benson, D. L., Wittrock, M. C. and Baur, M. E. (1993). Students' preconceptions on the nature of gases. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 587-597.
- Berigel M. (2007). Web tabanlı İngilizce öğretim materyalinin tasarımı, uygulanması ve değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, KTÜ, Trabzon.
- Besson, U. and Viennot, L. (2004). Using models at the mesoscopic scale in teaching physics: two experimental interventions in solid friction and fluid statics. *International Journals of Science Education*, 26(9), 1083- 1110.
- Boddy, N., Watson, K. and Aubusson, P. (2003). A trial of the five es: a referent model for constructivist teaching and learning. *Research in Science Education*, 33, 27–42.
- Bodner, G. M. (1990). Why good teaching fails and hard-working students don't always succeed. *Spectrum*, 28 (1), 27-32.
- Bouwma-Gearhart, J., Stewart, J. and Brown, K. (2009). Student misapplication of a gas-like model to explain particle movement in heated solids: implications for curriculum and instruction towards students' creation and revision of accurate explanatory models. *International Journal of Science Education*, 31(9), 1157-1174.
- Boz, Y. (2006). Turkish pupils' conception of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15, 203-213.
- Boz, N. and Boz, Y. (2008). A qualitative case study of prospective chemistry teachers' knowledge about instructional strategies: introducing particulate theory. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 135-156.
- Brown, S. (2006). What's bugging you? *Science and Children*, 43(7), 45-49.

- Bunce, D.M. and Gabel, D. (2002). Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 911-927.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Deneysel desenler: Ön test, son test kontrol grubu desen ve veri analizi* (3. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. W., Taylor, A. J., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A. and Andes N. (2006). The BSCS 5E instructional model: origins, effectiveness and applications. Retrieved from <http://www.bsccs.org/pdf/bsccs5eexecsummary.pdf>.
- Canbazoğlu, S. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin pedagojik alan bilgilerinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Chambers, S. K. and Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107–123.
- Chambers, E. A. (2002). Efficacy of educational technology in elementary and secondary classrooms: a meta-analysis of the research literature from 1992-2002. Unpublished doctoral thesis, Southern Illinois University, Carbondale.
- Chang, K., Sung, Y. and Chen, S. (2001). Learning thorough computer-based concept mapping with scaffolding aid. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 21-33.
- Chang, H.Y., Quintana, C. and Krajcik, J. S. (2010). The impact of designing and evaluating molecular animations on how well middle school students understand the particulate nature of matter. *Science Education*, 94, 73-94.
- Cosgrove, M. and Osborne, R. (1985). Lesson frameworks for changing children's ideas. R. Osborne and P. Freyberg (Eds.), *Learning in scienc: The implications of children's science* (pp. 100-111). Auckland, London, Portsmouth: Heinemann.
- Coştu, B., Karatas, F.Ö. ve Ayas, A. (2003). Kavram öğretiminde çalışma yapraklarının kullanılması. *Pamukkale Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 33-48.
- Coştu, B. ve Ünal, S. (2005). Le-chatelier prensibinin çalışma yaprakları ile öğretimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Elektronik Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 1-22.
- Coştu, B., Ünal, S. and Ayas, A. (2007). A hands on activity to promote conceptual change about mixtures and chemical compounds. *Journal of Baltic Science Education*, 6(1), 35-46.
- Coştu, B., Ayas, A. and Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a poe-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, 40, 47-67.
- Çakır, Y. (2005). İlköğretim öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Çakmak, G. (2009). Altıncı sınıfta yer alan bazı temel kimya kavramlarının öğretimine yönelik hazırlanan yapılandırmacı temelli materyallerin etkililiğinin araştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, KTÜ, Trabzon.
- Çalık, M. (2006). Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözeltiler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulanması. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Çalık, M., Ünal, S., Coştu, B. and Karataş, Ö.F. (2008). Trends in Turkishs science education. *Essay in Education*, Special Edition, 23-45.

- Çalık, M., Ayas, A. and Coll, R. (2010). Investigating the effectiveness of teaching methods based on a four-step constructivist strategy. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 32–48.
- Çalık, M., Okur, M. and Taylor, N. (2010). A comparison of different conceptual change pedagogies employed within the topic of “sound propagation”. *Journal of Science Education Technology*, doi 10.1007/s10956-010-9266-z.
- Çalık M., Kolomuç A. and Karagölge Z. (2010). The effect of conceptual change pedagogy on students' conceptions of rate of reaction. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 422-433.
- Çardak, O. (2002). Lise birinci sınıf öğrencilerinin canlıların çeşitliliği ve sınıflandırılması ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve kavram haritaları ile giderilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Çardak, O., Dikmenli, M. and Saritaş, O. (2008). Effect of 5e instructional model in student success in primary school 6th year circulatory system topic. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2), 10.
- Çepni, S. (1997). Lise ders Fizik I ders kitabında öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri anahtar kavramların tespiti. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(15), 86-96.
- Çepni, S. ve Aycacı, H. Ş. (2005). Fen ve teknoloji eğitiminde alternatif değerlendirme yaklaşımları. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi* (3. Baskı) içinde (s. 228-242). Ankara: PegemA.
- Çepni, S. (2009). Effects of computer supported instructional material (CSIM) in removing, students misconceptions about concepts: “light, light source and seeing”, *Energy Education Science and Technology, Part B*, 1(2), 51-83.
- Çepni, S., Şahin, Ç. and İpek, H. (2010). Teaching floating and sinking concepts with different methods and techniques based on the 5e instructional model. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2), 5.
- Çepni, S., Özmen, H. ve Bakırcı, H. (2012, Haziran). Ortak bilgi yapılandırma modeline uygun öğretim materyali geliştirilmesi: "ışığın madde ile etkileşimi ve yansıması örneği". X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde Üniversitesi, Niğde. http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/tam_metin/pdf/2425-30_05_2012-17_36_02.pdf adresinden 4 Şubat 2013 tarihinde edinilmiştir.
- Çepni, S. and Şahin, Ç. (2012). Effect of different teaching methods and techniques embedded in the 5e instructional model on students' learning about buoyancy force. *Eurasian Journal Physics and Chemistry Education*. 4(2), 97-127.
- Çetinkaya M. ve Taş, E. (2011). Canlıların sınıflandırılması konusu için web destekli kavram haritaları ve anlam çözümleme tablolarının öğrenme üzerindeki etkisinin araştırılması. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16, 180-195.
- Çınar, G. E. (2007). İlköğretim fen ilgisi dersindeki maddedeki değişim ve enerji konusunu düzenlenmesi ve öğretimine yönelik program geliştirme üzerine bir çalışma. Yayınlanmamış doktora tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyükoztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik*. Ankara: PegemA.
- De Jong, O., Van Driel, J. H. and Verloop, N. (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 946-964.

- De Vos, W. and Verdonk, A. H. (1996). The particulate nature of matter in science education and in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 657–664.
- Del Pozo, R. M. (2001). Prospective teachers' ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23(4) 353-371.
- Demir, T. (2006). Yapılandırmacı öğretim yaklaşımının maddenin tanecikli yapısı ve gazlar konusunda lise öğrencilerinin kavramsal başarılarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Demirci, Ö. (2011). 8. Sınıf öğrencilerinin asitler ve bazlar konusuyla ilgili yanlışlarını gidermede animasyon destekli kavramsal değişim metinlerinin etkililiğinin araştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, KTÜ, Trabzon.
- Demirci, Ö. ve Özmen, H. (2012). Zenginleştirilmiş bir öğretim materyalinin öğrencilerin asit ve bazlarla ilgili anlamalarına etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 1-17.
- Demir A. ve Sezek, F. (2009). İlköğretim sekizinci sınıf fen ve teknoloji dersi genetik ünitesindeki kavram yanlışlarının giderilmesinde grafik materyallerin etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (2), 573-587.
- Demircioğlu, G. (2003). Lise II asitler ve bazlar ünitesi ile ilgili rehber materyal geliştirilmesi ve uygulanması. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Demircioğlu, H., Akdeniz, A. R. ve Demircioğlu, G. (2004). Maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavram yanlışlarının giderilmesinde çalışma yapraklarının etkisi. XII. Eğitim Bilimleri Kongresi içinde (s. 2137-2160), Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Demircioğlu, H. (2004). Bütünleştirici öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin uygulanmasının etkililiğinin araştırılması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 21-34.
- Demircioğlu, H. (2008). Sınıf öğretmenleri adaylarına yönelik maddenin halleri konusuyla ilgili bağlam temelli materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Demirer, C. (2009). Gazlar ünitesinde bilgisayar destekli ve laboratuvar temelli öğretimin öğrencilerin başarısına, kavram öğrenimine ve kimya tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Devetak, I., Vogrinc, J. and Glazar, S. A. (2010). States of matter explanations in slovenian textbooks for students aged 6 to 14. *International Journal of Environmental Science Education*, 5(2), 217-235.
- Dilber, R. (2006). Fizik öğretiminde analogi kullanımının ve kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarının giderilmesine ve öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Doğan, D., Dağhan, G., Altıntaş, A., Ilgaz, H., Özdiç, F., Kayaduman ve diğ. (2011). Uzaktan eğitimde ders tasarımı: Yüz yüze verilen bir dersin uzaktan eğitim sürecine hazır hale getirilmesi. Z. Genç (Ed.), 5. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu İçinde (s. 1037-1043). Elazığ: Fırat Üniversitesi.
- Dole, J. A. (2000). Readers, texts and conceptual change learning. *Reading and Writing Quarterly*, 16, 99-118.

- Doymuş, K., Şimşek, Ü. ve Karaçöp, A. (2009). The effects of computer animations and cooperative learning methods in micro, macro and symbolic level learning of states of matter. *Eurasian Journal of Educational Research*, 36, 109-128
- Dönmez Usta, N. (2011). Yapılandırmacı öğrenme kuramı çerçevesinde bilgisayar destekli öğretim materyali geliştirilmesi, uygulanması ve etkililiğinin değerlendirilmesi: Çekirdek kimyası (radyoaktivite) örneği. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Duit, R. and Treagust, F. D. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671- 688.
- Durmuş, J. and Bayraktar, Ş. (2010). Effect of conceptual change texts and laboratory experiments on fourth grade students' understanding of matter and change concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 498-504.
- Ebenezer, J. V. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: animations of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10(1), 73–91.
- Er Nas S., Calik M. and Cepni S. (2012). Effect of different conceptual change pedagogies embedded within 5e model on grade 6 students' alternative conceptions of 'heat transfer'. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(1), 177-186.
- Ercan, F. (Ed.). (2009). İlköğretim fen ve teknoloji öğretmen klavuz kitabı 6. Ankara: Tuna.
- 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.
- Eskilsson, O. and Hellden, G. (2003). A longitudinal study on 10-12-year-olds' conceptions of the transformations of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(3), 291-304.
- Fazelian, P., Naveh Ebrahim, A. and Soraghi, S. (2010). The effect of 5e instructional design model on learning and retention of sciences for middle class students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 5, 140–143.
- Feyzioğlu, B. (2006). Farklı öğrenme süreçlerinin temel kimya öğretilmesinde ve kavram yanılgılarının giderilmesinde kıyaslamalı olarak uygulanması. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Flores-Camacho, F., Gallegos-Cazares, L., Garritz, A. and Garcia-Franco, A. (2007). Incommensurability and multiple models: Representations of the structure of matter in undergraduate chemistry students. *Science Education*, 16, 775-800.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V. and Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695-697.
- Gabel, D.L. (1993). Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 193-194.

- Garnett, P. J. and Treagust, D. F. (1990). Implications of research on students' understanding of electrochemistry for improving science curricula and classroom practice. *International Journal of Science Education*, 12, 147-156.
- Garnett, P.J. and Treagust, D.F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of chemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells, *Journal of Research in Science Teaching*, 29(10), 1079-1099.
- Geban, Ö., Askar, P. and Özkan, İ. (1992). Effects of computer simulations and problem solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86, 5-10.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. and Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching, *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Gömleksiz, M. N. (2007). An evaluation of teachers' perceptions of the new primary school curriculum in terms of some variables. *Eurasian Journal of Educational Research*, 27, 69-82.
- Griffiths, A.K. and Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Gomez Crespo, M.A. and Pozo, J. I. (2004). Relation between everyday knowledge and scientific knowledge: understanding how changes matter. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1325-1343.
- Gorsky, P. and Finegold, M. (1992). Using computer simulations to restructure students' conception of force. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 11(2), 163-178.
- Guzzetti, B. J. (2000). Learning counter intuitive science concepts: what have we learned from over a decade of research? *Reading, Writing and Quarterly*, 16, 89-98.
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A. and Wu, S. M. (1997). Influence of text structure on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 701-719.
- Gül, Ş. (2011). 5E modeline dayalı olarak hazırlanan eğlenceli ders yazılımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Güler, M. H. ve Sağlam, N. (2002). Biyoloji öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin ve çalışma yapraklarının öğrencilerin başarıları ve bilgisayara karşı tutumlara etkisi. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi* 23, 117-126.
- Güven, E. (2011). Çevre eğitiminde tahmin-gözlem-açıklama destekli proje tabanlı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yöntemle ilişkin öğrenci görüşleri. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Haidar, A. H. and Abraham, M. R. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 919-938.
- Hançer, A. H. (2005). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80, 509-534.

- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (2002). The particulate nature of matter: challenges in understanding the microscopic world. In j. K. Gilbert et al. (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice*, Dordrecht: Kluwer Academic.
- Haslam, F. and Treagust, D. F. 1987. Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3),203–211.
- Hatzinikita, V., Koulaidis, V. and Hatzinikitas, A. (2005). Modeling pupils' understanding and explanations concerning changes in matter. *Research in Science Education*, 35, 471-495.
- Hewson, P. W. and Hewson, M. G. (1984). The role conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction, *Instructional Science*, 13, 1-13.
- Hewson, M. G. and Hewson, P. W. (2003). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 86-98.
- Holgersson, I. and Löfgren, L. (2004). A long-term study of students' explanations of transformations of matter. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4(1), 77-96.
- Horton, C. (2001). Student alternative conceptions in chemistry. *California Journal of Science Education*, 7(2) <http://www.daisley.net/hellevator/misconceptions/misconceptions.pdf> adresinden 10 Nisan 2013 tarihinde edinilmiştir.
- Huddle, P. A., White, M. W. and Rogers, F. (2000). Simulations for teaching chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 77(7), 920-926.
- Huppert, J., Lomask, S. M. and Lazarowitz, R. (2002). Computer simulations in the high school: students' cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology. *International Journal of Science Education*, 24, 803-821.
- Hynd, C. R. (2001). Refutational texts and the change process. *International Journal of Educational Research*, 35, 699-714.
- İpek, H. and Çalık, M. (2008). Combining different conceptual change methods within four step constructivist teaching: a sample teaching of series and parallel circuits. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(3), 143-153.
- İpek Akbulut, H., Şahin, Ç. and Çepni, S. (2012). Effect of using different teaching methods and techniques embedded within the 5e instructional model on removing students' alternative conceptions: Fluid pressure. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(4), 2403-2414.
- Jacobson, M. J. and Kozma, R. B. (2000). *Innovations in science and mathematics education: advanced designs for technologies of learning*. New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Janiuk, R. M. (1993). The process of learning chemistry, a review of the studies. *Journal of Chemical Education*, 70(10), 828-829.
- Jimenez Gomez, E. J., Benarroch, A. and Marin, N. (2006). Evaluation of the degree of coherence found in students' conceptions concerning the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(6), 577-598.
- Johnson, P. (1998a). Progression in children's understanding of a basic particle theory: A longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 20(4), 393-412.

- Johnson, P. (1998b). Children's understanding of changes of state involving the gas state, part 1: Boiling water and the particle theory. *International Journal of Science Education*, 20(5), 567-583.
- Johnson, P. (1998c). Children's understanding of changes of state involving the gas state, part 2: evaporation and condensation below boiling point. *International Journal of Science Education*, 20(6), 695-709.
- Johnson, P. and Papageorgiou, G. (2010). Rethinking the introductory of particle theory: A substance-based framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 130-150.
- Johnstone, A.H. (1982). Macro- and micro- chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 7, 701-703.
- Jong, T., Van Joolingen, W. R., Swaak, J., Veermans, K., Limbach, R., King, S. et al. (1998). Self-directed learning in simulation-based discovery environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 14(3), 235-246.
- Kabapınar, F., Özden, N. ve Salan, Ü. (2000). Ortaöğretim fizik ve kimya derslerinde yaygın olarak kullanılan bilgisayar yazılımlarının dizayn açısından incelenmesi. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Karaca N. (2010). Bilgisayar destekli animasyonların grafik çizme ve yorumlama becerisine etkisi: "Yaşamımızdaki sürat örneği". Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, KTÜ, Trabzon.
- Karaduman B. (2008). İlköğretim 6. Sınıf fen ve teknoloji dersi "maddenin tanecikli yapısı" ünitesinin öğretiminde, bilgisayar destekli ve bilgisayar temelli öğretim yöntemlerinin, akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karaer, H. (2007). Sınıf öğretmeni adaylarının madde konusundaki bazı kavramların anlaşılma düzeyleri ile kavram yanılgılarının belirlenmesi ve bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 199-210
- Karahan, U. (2007). Alternatif ölçme ve değerlendirme metotlarından grid, tanılayıcı dallanmış ağaç ve kavram haritalarının biyoloji öğretiminde uygulanması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Karal, H. (2013). Özel eğitimde öğretim teknolojilerinin kullanımı. K. Çağıltay ve Y. Göktaş (Ed.), *Öğretim Teknolojilerinin Temelleri: Teoriler, Araştırmalar, Eğilimler içinde* (s. 447-466). Ankara: Pegem Akademi.
- Karataş, F. Ö. (2003). Lise 2 kimyasal denge konusunun öğretiminde bilgisayar paket programları ile klasik yöntemlerin etkililiğinin karşılaştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, KTÜ, Enstitüsü, Trabzon.
- Karataş, F.Ö., Köse, S. ve Costu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.
- Karlı, F. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmesinde ve kavramsal değişim sağlamasında zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyallerinin etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Karlı, F and Çalık, M. (2012). Can freshman science student teachers' alternative conceptions of 'electrochemical cells' be fully diminished? *Asian Journal of Chemistry*, 24(2), 485-491.

- Kaya, O. N. (2008). A student-centred approach: assessing the changes in prospective science teachers' conceptual understanding by concept mapping in a general chemistry laboratory. *Research in Science Education*, 38, 91-110
- Kearney, M. (2003). A new tool for creating predict-observe-explain tasks supported by multimedia. *Science Education News*, 52(1), 13-17.
- Kearney, M. (2004). Classroom use of multimedia-supported predict-observe-explain tasks in a social constructivist learning environment. *Research in Science Education*, 34, 427-453.
- Kearney, M. and Treagust, D.F. (2001), Constructivism as a referent in the design and development of a computer program which uses interactive digital video to enhance learning in physics. *Australian Journal of Educational Technology*. 17(1), 64-79.
- Kearney, M., Treagust, D. F., Yeo, S. and Zadnik, M. G. (2001). Student and teacher perceptions of the use of multimedia supported predict-observe-explain tasks to probe understanding. *Research in Science Education*, 31, 589-615.
- Kelly, R. M. and Jones, L. L. (2007). Exploring how different features of animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 413-429.
- Kenan, O. (2005). İlköğretimin farklı seviyelerindeki öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerinin ve yanlış anlamalarının belirlenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, KTÜ, Trabzon.
- Kenan, O., Özmen, H. ve Güney, K. K. (2007). İlköğretimin farklı seviyelerindeki öğrencilerin madde ve tanecikli yapı ile ilgili fikirleri. 16. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Tokat.
- Kenan, O. ve Özmen, H. (2010a). İlköğretim okullarında görev yapan öğretmenlerin yeni öğretim programı tanıtımı seminerleri hakkındaki görüşleri. II. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi, Antalya.
- Kenan, O. ve Özmen, H. (2010b). Bir reform olarak yeni öğretim programları. II. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi, Antalya.
- Kenan, O. ve Özmen, H. (2010c). Altıncı sınıf öğrencilerinin "maddenin hal değişimi" kavramını anlamalarına analogilerin etkisi. II. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi, Antalya.
- Kenan, O. ve Özmen, H. (2012). "Maddenin tanecikli yapısı" ünitesine yönelik zenginleştirilmiş bilgisayar destekli bir öğretim materyalinin tanıtımı. *E-Journal of New World Sciences Academy (NWSA)*, 7(1), 269-280.
- Keser, Ö. F. (2003). Fizik eğitimine yönelik bütünlendirici bir öğrenme ortamı tasarımı ve uygulaması. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Kıyıcı, G. ve Yumusak, A. (2005). Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: Asit baz kavramları ve titrasyon konusu örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 4(4), 16.
- Kiboss, J. K. (2002). Impact of a CBI in physics on students' understanding of measurement concepts and skills associated with school science. *Journal of Science Education and Technology*, 11, 193-198.
- Kiboss, J. K., Ndirangu, M. and Wekesa, E. W. (2004). Effectiveness of a computer-mediated simulations program in school biology on pupils' learning outcomes in cell theory. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 207-213.

- Kim, S. and Van Dusen, L.M. (1998). The role of prior knowledge and elaboration in text comprehension and memory: A comparison of self-generated and text provided elaboration. *American Journal of Psychology*, 111, 353-378.
- Kinchin, I.M. and Hay, D.B. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating, *Educational Research*, 42 (1), 43-58.
- Kind, V. (2004). Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas (2nd Edition). Durham: Royal Society Of Chemistry. [Http://www.rsc.org/images/misconceptions_update_tcm18-188603.pdf](http://www.rsc.org/images/misconceptions_update_tcm18-188603.pdf)
- Koçak ve Önen, 2012. Kimya konularının günlük yaşam konsepti çerçevesinde değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 262-273.
- Kokkotas, P., Vlachos, I. and Koulaidis, V. (1998). Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers training courses. *International Journal of Science Education*. 20 (3), 291-303.
- Kolomuç, A. (2009). 11. Sınıf "kimyasal reaksiyonların hızları" ünitesinin 5E modeline göre animasyon destekli öğretimi. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Kolomuc, A. (2012). The effect of worksheets and animations in alternative concepts related to the issue of solutions. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(2), 673-686
- Korkmaz, H. (2006). Yeni ilköğretim programının öğretmenler tarafından değerlendirilmesi. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Kongresi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kozma, R.B. and Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: expert and novice responses to different representation of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968.
- Kozma, R., Chin, E., Russell, J. and Marx, N. (2000). The roles of representations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry learning. *The Journal of The Learning Sciences*, 9(2), 105-143.
- Köseoğlu, F., Atasoy, B., Kavak, N., Tümay, H., Akkuş, E., Kadayıfçı, H. ve diğ. (2003). Yapılandırıcı öğrenme ortamı için bir fen ders kitabı nasıl olmalı, Ankara: Asil.
- Krnel, D., Glazar, S. A. and Watson, R. (2003). The development of the concept of "matter": A cross age study how children classify materials. *Science Education*, 87(5), 621-639.
- Kurnaz, M. A. (2010). Kavram haritalarının öğretim sürecinde kullanılması: Bir aksiyon araştırması, *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 175-199.
- Kurnaz, M.A. and Çalık, M. (2008). Using different conceptual change methods embedded within the 5e model: A sample teaching for heat and temperature. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 5(1), 3-6.
- Kurt,Ş. ve Akdeniz, A. R. (2002). Fizik öğretiminde enerji konusunda geliştirilen çalışma yapraklarının uygulanması. V. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.
- Kutluca, T. (2009). İkinci dereceden fonksiyonlar konusu için tasarlanan bilgisayar destekli öğrenme ortamının değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Kutluer, S. (2008). Molekül geometrisi, hibritleşme ve moleküllerin polarlığı konularıyla ilgili bilgisayar destekli materyal geliştirme ve uygulama. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Küçük, Z. (2011). Zenginleştirilmiş 5E modelinin 7.sınıf öğrencilerinin kavramsal değişimine etkisi: Elektrik akımı örneği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, KTÜ, Trabzon.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D. and Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249–270.
- Liao, Y. C. (2007). Effects of computer-assisted instruction on students' achievement in taiwan: A meta-analysis, *Computers & Education*, 48(2), 216-233.
- Liew, C.W. (1995). A predict-observe-explain teaching squence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids, *Australian Science Teachers Journal*, 41(1), 68–72.
- Liu, X. and Lesniak, K. M. (2005). Students' progression of understanding the matter concept from elementary to high school. *Science Education*, 89, 433-450.
- Liu, X. and Lesniak, K. M. (2006). Progression in children's understanding of the matter concept from elementary to high school. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 320-347.
- Löfgren, L. and Hellden, G. (2008). Following young students' understanding of three phenomena in which transformations of matter occur. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 481-504.
- Mann, M. and Treagust, D. F. (1998). A pencil and paper instrument to diagnose students' conceptions of breathing, gas exchange and respiration. *Australian Science Teachers Journal*, 44(2), 55–59.
- Margel, H., Eylon, B. S. and Scherz, Z. (2008). A longitudinal study of junior high school students' conceptions of the structure of materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 132-152.
- Mcdermott, L. C. (1990). Research and computer-based instruction: Opportunity for interaction, *American Journal of Physics*, 58(5), 452-462.
- Meheut, M. (1997). Designing a learning sequence about a pre-quantitative kinetic model of gases: The parts played by questions and by a computer-simulation. *International Journal of Science Education*, 19(6), 647-660.
- Meheut, M. (2004). Designing and validating two teaching-learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26(5), 605-618.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2006). İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7, ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2013). İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Miller, L. S. (2008). Prospective elementary school teachers' understanding of the particulate nature of matter. Doctoral dissertations, Purdue University, Indiana.
- Metin, M. ve Özmen, H. (2009). Öğretmenlerin performans değerlendirmeye yönelik hizmet-içi ihtiyaçlarının belirlenmesi: Artvin ili örneği. Fen, Sosyal Ve Çevre Eğitiminde Son Gelişmeler, Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Giresun.
- Metin, M. (2010). Fen ve teknoloji öğretmenleri için hazırlanan performans değerlendirmeye yönelik hizmet içi eğitim kursunun etkililiği. Yayınlanmamış Doktora tezi, KTÜ, Trabzon.

- Mistler-Jackson, M. and Songer, N. B. (2000). Student motivation and internet technology: Are students empowered to learn science? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(5), 459–479.
- Monaghan, J. M. and Clement, J. (1999). Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts, *International Journal of Science Education*, 21(9), 921- 944.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69, 191–196.
- Nakhleh, M. B. and Mitchell, R. C. (1993). Concept learning vs. Problem solving. *Journal of Chemical Education*, 70, 190–192.
- Nakhleh, M. B. and Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 777–805.
- Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A. and Saglam, Y. (2005). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 581-612.
- Niaz, M. (2001). A rational reconstruction of the origin of the covalent bond and its implications for general chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, 23(6), 623-644.
- Nicoll, G. A. (2001). Report of undergraduates' bonding misconception, *International Journal of Science Education*, 23(7), 707-730.
- Noh, T. and Scharmann, L. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199-217.
- Novak, D. J. (1988). Learning science and the science of learning, *Studies in Science Education*, 15, 77–101.
- Novak, J.D. (1998). Learning, Creating and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Novick, S. and Nussbaum, J. (1978). Junior high school students' understanding of particulate nature of matter: an interview study. *Science Education*, 62(3), 273–281.
- Novick, S. and Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education* 65(2), 187–196.
- Nyachwayaa, J. M., Mohameda, A. R., Roehriga, G. H., Woodb, N. B., Kernc, A. L., Schneiderd, J. L. (2011). The development of an open-ended drawing tool: An alternative diagnostic tool for assessing students' understanding of the particulate nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 121-132.
- Okur, M. (2009). Kavramsal değişimi sağlayan farklı metotların karşılaştırılması: Sesin yayılması konusu örneği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, KTÜ, Trabzon.
- Onwu, G. O. and Randall, E. (2006). Some aspects of students' understanding of a representational model of the particulate nature of matter in chemistry in three different countries. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(4), 226-239.
- Orgill, M. and Thomas, M. (2007). Analogies and the 5E model. *The Science Teacher*, 74(1), 40–45.
- Orgill, M. and Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 15–32.
- Osborne, R. J. and Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.

- Osborne, R. J. and Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process, *Science Education*, 67(4), 489-508.
- Othman, J., Treagust, D. F. and Chandrasegaran, A. L. (2008). An investigation into the relationship between students' conceptions of the particulate nature of matter and their understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1531-1550.
- Öncü, H. (1994). Eğitimde ölçme ve değerlendirme. Ankara: Matser Basım.
- Özalp, D. (2008). İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusundaki kavram yanlışlarının ontoloji temelinde belirlenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Özatl, N. S. ve Bahar, M. (2010). Öğrencilerin boşaltım sistemi konusundaki bilişsel yapılarının yeni tekniklerle ortaya konması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dergisi*, 10(2), 9-26.
- Özdilek, Z. (2006). İlköğretim fen ilgisi dersindeki maddenin iç yapısına yolculuk ünitesinin yeniden düzenlenmesi ve öğretim tasarımı. Yayınlanmamış doktora tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Özmen, H., Ayas, A. ve Coştu, B. (2002). Determination of the science student teachers' understanding level and misunderstandings about the particulate nature of the matter. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 2(2), 507-529.
- Özmen, H. ve Demircioğlu, G. (2003). Asitler ve bazlar konusundaki öğrenci yanlış anlamalarının giderilmesinde kavram değişim metinlerinin etkisi, *Milli Eğitim Dergisi*, 159, 111-119.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme, *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 3(1), 100-111.
- Özmen, H. (2005). Öğrenme kuramları ve fen bilimleri öğretimindeki yeri. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi* (3. Baskı) içinde (s. 22-64). Ankara: PegemA Yayıncılık,
- Özmen, H. and 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). The influence of computer-assisted instruction on students' conceptual understanding of chemical bonding and attitude toward chemistry: A case for turkey. *Computers & Education*, 51, 423-438
- Özmen, H., Demircioğlu, G. and Demircioğlu, H. (2009). The effects of conceptual change texts accompanied with animations on overcoming 11th grade students' alternative conceptions of chemical bonding. *Computers & Education*, 52, 681-695
- Özmen, H., Demircioğlu, G. and Coll., R. K. (2009). A comparative study of the effects of a concept mapping enhanced laboratory experience on turkish high school students' understanding of acid-base chemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 1-24.
- Özmen, H. (2011a). Effect of animation enhanced conceptual change texts on 6th grade students' understanding of the particulate nature of matter and transformation during phase changes. *Computers & Education*, 57(1), 1114-1126.
- Özmen, H. (2011b). Turkish primary students' conceptions about the particulate nature of matter. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(1), 99-121.

- Özmen, H. (2013). A cross-national review of the studies on the particulate nature of matter and related concepts. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 5, 2.
- Özmen, H. (2014). Deneysel Araştırma Yöntemi. M. Metin, (Ed.), Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri (1. Baskı) içinde (s. 47-76). Ankara: Pegem Akademi.
- Özsevgeç, T. (2007). İlköğretim 5. Sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5e modeline göre geliştirilen rehber materyallerin etkililiklerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Özyılmaz Akamca, G. (2008). İlköğretimde analogiler, kavram karikatürleri ve tahmin-gözlem-açıklama teknikleriyle desteklenmiş fen ve teknoloji eğitiminin öğrenme ürünlerine etkisi Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Paik, S. H., Kim, H. N., Cho, B. K. and Park, J. W. (2004). K-8th grade korean students' conceptions of "changes of state" and "conditions for changes of state". *International Journal of Science Education*, 26(2), 207-224.
- Papageorgiou, G., Johnson, P. and Fotiades, F. (2008). Explaining melting and evaporation below boiling point. Can software help with particle ideas? *Research in Science and Technology Education*, 26(2), 165-183.
- Pektaş, M. (2008). Biyoloji öğretiminde yapılandırmacı yaklaşımın ve bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısı ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Pereira, M. P. and Pestana, M. E. (1991). Pupils' representations of water. *International Journal of Science Education*, 13, 313-319.
- Pideci, N. (2002). Öğrencilerin atom-molekül kavramlarına ilişkin yanılgıları, yanılgıları gidermek üzere özel bir öğretim yönteminin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Pierri, E., Karatrantou, A. and Panagiotakopoulos, C. (2008). Exploring the phenomenon of "change of phase" of pure substances using the microcomputer-based-laboratory (MBL) system. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 234-239.
- Pimthong, P., Yutakom, N., Roadrangka, V., Sanguanruang, S., Cowie, B. and Cooper, B. (2012). Teaching and learning about matter in grade 6 classrooms: A conceptual change approach. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 121-137
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. and Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66, 211-227.
- Quilez, J. and Solaz, J. J. (1995). Students' and teachers' misapplication of le chatelier's principle: Implications for the teaching of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 939-957.
- Rahayu, S. and Kita, M. (2010). An analysis of Indonesian and Japanese students' understandings of macroscopic and submicroscopic levels of representing matter and its changes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(4), 667-688.
- Reid, D. J., Zhang, J. and Chen, Q. (2003). Supporting for scientific discovery learning in simulation environment, *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 9-20.

- Rezaei, A.R. and Katz, L., 2002. Using computer assisted instruction to compare the inventive model and the radical constructivist approach to teaching physics, *Journal of Science Education and Technology*, 11(4), 367-380.
- Rodrigues, S. (1997). Fitness for purpose: A glimpse at when, why and how to use information technology in science lessons. *Australian Science Teachers Journal*, 43(2), 38-39.
- Ronen, M. and Eliahu, M. (2000). Simulation - a bridge between theory and reality: the case of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16(1), 14-26.
- Rotbain, Y., Marbach-Ad, G. and Stavy, R. (2008). Using a computer animation to teach high school molecular biology. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 49-58.
- Russell, J. W. and Kozma R. B. (1994). 4M: Chem-multimedia and mental models in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71(8), 669.
- Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N. and Davis, J. (1997). Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74, 330-334.
- Sağlam, M. (2006). Işık ve ses ünitesi konusunda 5E modeline uygun rehber materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Saka, A. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde 5E modelinin etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Saka, A. ve Akdeniz, A. R. (2006). Genetik konusunda bilgisayar destekli materyal geliştirilmesi ve 5E modeline göre uygulanması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5, 1.
- Sanger, M. J. and Greenbowe, T. J. (2000). Addressing student misconceptions concerning electron flow in electrolyte solutions with instruction including computer animations and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 22, 521-537.
- Sanger, M., Phelps, A. and Fienhold, J. (2000). Using a computer animation to improve students' conceptual understanding of a can-crushing demonstration. *Journal of Chemical Education*, 77, 1517-1520.
- Sanger, M. J., Campbell, E., Fekler, J. and Spencer, C. (2007). Concept learning versus problem solving: does particle motion have an effect? *Journal of Chemical Education*, 84(5), 875.
- Sarıçayır, H. (2007). Kimya eğitiminde kimyasal tepkimelerde denge konusunun bilgisayar destekli ve laboratuvar temelli öğretiminin öğrencilerin kimya başarılarına, hatırlama düzeylerine ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, Türkiye.
- Seiger-Ehrenberg, S. (1981). Concept development. Concept learning: How to make it happen in the classroom, *Educational Leadership*, 39(1), 36-43.
- Sere, M. G. (1982). A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure. *International Journal of Science Education*, 4(3), 299-309.
- Sere, M. G. (1986). Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. *European Journal of Science Education*, 8(4), 413-425.

- Sevim, S. (2007). Çözümler ve kimyasal bağlanma konularına yönelik kavramsal değişim metinleri geliştirilmesi ve uygulanması. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Shepherd, D. L. and Renner, J. W. (1982). Student understandings and misunderstandings of states of matter and density changes. *School Science and Mathematics*, 82(8), 650-665.
- Sheppard, K. (2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(1), 32-45.
- Sinclair Kesley J., Renshaw, C. E. and Taylor, H. A. (2004). Improving computer assisted instruction in teaching higher order skills. *Computer & Education*. 42, 169-180.
- Singer, J. E., Tal, R. and Wu, H. K. (2003). Students' understanding of the particulate nature of matter. *School Science and Mathematics*, 103(1), 28-44.
- Smerdan, B. A. and Burkam, D. T. (1999). Access to constructivist and didactic teaching: Who gets it? Where is it practiced? *Teachers College Record*, 101(1), 5.
- Smith, C. L. (2007). Bootstrapping processes in the development of students' commonsense matter theories: using analogical mappings, thought experiments, and learning to measure to promote conceptual restructuring. *Cognition and Instruction*, 25(4), 337-398.
- Snir, J., Smith, C. L. and Raz, G. (2003). Linking phenomena with competing underlying models: a software tool for introducing students to the particulate model of matter. *Science Education*, 87(6), 794-830.
- Sökmen, N ve Bayram, H. (2001). 5., 8. ve 9. Sınıf öğrencilerinin saf madde, karışım, homojen ve heterojen karışım kavramlarını anlama seviyeleri ve kavram yanılgıları. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Sönmez, V. (2009). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. Ankara: Anı.
- Stains, M. and Talanquer, V. (2007). Classification of chemical substances using particulate representations of matter: an analysis of students thinking. *International Journal of Science Education*, 29(5), 643-661.
- Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247-266.
- Stavy, R. (1991). Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter, *Journal of Research In Science Teaching*, 28, 305-313.
- Stavy, R. and Stachel, D. (1985). Children's ideas about solids and liquid. *European Journal of Science Education*, 7(4), 407-421.
- Stepans, J. (2003). Targeting students' science misconceptions. Physical science concepts using the conceptual change model. Tampa, FL: Showboard.
- Stephen, S. J. V. and Huziak-Clari, T. L. (2007). Tip-to-tail: Developing a conceptual model of magnetism with kindergartners using inquiry-based instruction. *Journal of Elementary Science Education*, 19(2), 45-58.
- Stern, J. (2000). The design of learning software: principles learned from the computer as learning partner project. *Journal of Science Education and Technology*, 9 (1), 49-65.
- Stern, L., Barnea, N. and Shauli, S. (2008). The effect of a computerized simulation on middle school students' understanding of the kinetic molecular theory. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 305-315.

- Stieff, M. and Wilensky, U. (2003). Connected chemistry: Incorporating interactive simulations into the chemistry classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 12, 285-303.
- Stokes, S. P. (2001). Satisfaction of college students with the digital learning environment. Do learners' temperaments make a difference? *The Internet and Higher Education*, 4(1), 31-44.
- Strike, K. A. and Posner, G. J. (1976). Epistemological perspectives on conceptions of curriculums organization and learning. *Review of Research in Education*, 4, 106-141.
- Şahin, T. Y. ve Yıldırım, S. (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*, Ankara: Anı.
- Şahin, Ç., Çalık, M. and Çepni, S. (2009). Using different conceptual change methods embedded within 5E model: A sample teaching of liquid pressure. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 1(3), 115-125.
- Şahin, Ç. (2010). İlköğretim 8. Sınıf "kuvvet ve hareket" ünitesinde "zenginleştirilmiş 5E öğretim modeli göre rehber materyaller tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Şahin, Ç. ve Çepni, S. (2012). 5E öğretim modeline dayalı öğretimin öğrencilerin gaz basıncı ile ilgili kavramsal anlamalarına etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 6(1), 220-264.
- Şenel Çoruhlu T., Çalık M. and Çepni S. (2012). Effect of conceptual change pedagogies on students' alternative conceptions of electricity resistance and electricity current. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4 (1), 141–152.
- Şimşek, A. (2013). Öğretim tasarımı ve modelleri. K. Çağıltay ve Y. Göktaş (Ed.), Öğretim Teknolojilerinin Temelleri: Teoriler, Araştırmalar, Eğilimler içinde (s. 447-466). Ankara: Pegem Akademi.
- Taber, K.S. (2000). Chemistry lessons for universities? A review of constructivist ideas, *University Chemistry Education*, 4, 2.
- Taber, K.S. (2001). The mismatch between assumed prior knowledge and the learner's conceptions: A typology of learning impediments, *Educational Studies*, 27(2), 159-171.
- Tan, K. C. D., Goh, K. N., Chia, S. L. and Treagust, D. F. (2002). Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis, *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 283-301.
- Tan, K. C. D., Taber, K. S., Goh, N. K. and Chia, L. S. (2005). The ionisation energy diagnostic instrument: A two-tier multiple-choice instrument to determine high school students' understanding of ionisation energy. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(4), 180-197.
- Tao, P. K. (1997). Confronting students' alternative conceptions in mechanics with the force and motion microworld. *Computers in Physics*, 11(2), 199-207.
- Tao, P. K. and Gunstone, R. F. (1999). The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 859- 882.
- Tasker, R. and Dalton, R. (2006). Research into practice: visualization of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 141-159.

- Taş, E., Çepni S. and Kaya, E. (2012). The effects of web-supported and classical concept maps on students' cognitive development and misconception change: A case study on photosynthesis. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(1), 241-252.
- Taşar, M.F. (Ed.). (2011). İlköğretim fen ve teknoloji 6 öğretmen klavuz kitabı. Ankara: İhlas.
- Taşdelen, U. (2011). Bilgisayar destekli etkileşimli kavramsal değişim metinlerinin 11. sınıf öğrencilerin elektrokimya kavramlarını anlamasına ve kimyaya karşı tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, ODTÜ, Ankara.
- Tatlı, Z. (2011). Ortaöğretim 9. Sınıf kimyasal değişimler ünitesine yönelik sanal kimya laboratuvarı deneylerinin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Tatlı, Z. ve Ayas, A. (2011). Sanal kimya laboratuvarı geliştirilme süreci. Z. Genç (Ed.), 5. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu İçinde (872-878). Elazığ: Fırat Üniversitesi.
- Taylor, N. and Coll, R. (1997). The use of analogy in the teaching of solubility to pre-service primary teachers. *Australian Science Teacher Journal*, 43(4), 58–64.
- Teichert, M. A. and Stacy, A. M. (2002). Promoting understanding of chemical bonding and spontaneity through student explanation and integration of ideas. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 464-496.
- Tekbıyık, A., Birinci Konur, K. and Pırasa N. (2008). Effects of computer assisted instruction on students' attitudes towards science courses in Turkey: A meta-analysis. 8th International Educational Technology Conference, Anadolu University, Eskişehir.
- Tezcan, H. and Salmaz, Ç. (2005) Atomun yapısının kavratılmasında ve yanlış kavramaların giderilmesinde bütünleştirici ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 41-54.
- Tien, L. T., Teichert, M. A. and Rickey, D. (2007). Effectiveness of a more laboratory module in prompting students to revise their molecular-level ideas about solutions. *Journal of Chemical Education*, 84(1), 175–181.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconception in science, *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Treagust, D. F. and Chandrasegaran, A. L., 2007. The Taiwan national science concept learning study in an international perspective. *International Journal of Science Education*, 29(4), 391-403.
- Treagust, D. F., Chandrasegaran, A. L., Crowley, J., Yung, B. H. W., Cheong, I. P. and Othman, J. (2010). Evaluating students' understanding of kinetic particle theory concepts relating to the states of matter, changes of state and diffusion: A cross-national study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 141-164.
- Treagust, D. F., Chandrasegaran, A. L., Zain, A. N. M., Ong, E. T., Karpudewan, M., and Halim, L. (2011). Evaluation of an intervention instructional program to facilitate

- understanding of basic particle concepts among students enrolled in several levels of study. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 251-261.
- Trey, L. and Khan, S. (2008). How science students can learn about unobservable phenomena using computer-based analogies. *Computers & Education*, 51, 519–529.
- Tsai, C.-C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83–91.
- Tsai, C., Lin, S. and Yuan, S. (2001). Students' use of web-based concept map testing and strategies for learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 72-84.
- Tural, G., Akdeniz, A.R. and Alev, N. (2010). Effect of 5E teaching model on student teachers' understanding of weightlessness. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 470–488.
- Turgut, M. F. (1995). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme metotları* (10. Baskı). Ankara: Yargıcı Matbaası.
- Turgut, M. F., Baker, D., Cunningham, R. and Piburn, M. (1997). İlköğretim fen öğretimi. Ankara: YÖK/DB Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları.
- Türk, F. and Çalık, M. (2008). Using different conceptual change methods embedded within 5e model: a sample teaching of endothermic- exothermic reactions. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), 1-10.
- Tversky, B., Morrison, J. B. and Betrancourt, M. (2002). Animations: Can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57, 247–262.
- Tytler, R. (2002). Teaching for understanding in science: Constructivist/conceptual change teaching approaches, *Australian Science Teachers' Journal*, 48(4), 30-35.
- Ulusoy, F. (2011). Kimya eğitiminde model uygulamalarının ve bilgisayar destekli öğretimin öğrenme ürünlerine etkisi: 12. sınıf kimyasal bağlar örneği. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Ural Keleş, P. (2009). Kavramsal değişim metinleri, oyun ve drama ile zenginleştirilmiş 5e modelinin etkililiğinin belirlenmesi: “canlıları sınıflandırılım” örneği. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- URL-1, <http://fatihprojesi.meb.gov.tr/tr/icerikincele.php?id=6> Öğretim Programlarında Etkin BT Kullanımı. 1 Nisan 2012.
- URL-2, <http://fatihprojesi.meb.gov.tr/tr/icerikincele.php?id=3> Eğitimde Fatih Projesi. 1 Nisan 2012.
- URL-3, <http://www.yteach.co.uk/> Professional Resources for Today's Teachers. 10 Şubat 2010.
- URL-4, <http://www.privatehand.com/flash/elements.html> “The Elements” Song. 17 Mart 2010.
- Uşun, S. (2000). *Dünyada ve Türkiye'de bilgisayar destekli öğretim*, Ankara: PegemA.
- Uzuntiryaki E. and Geban Ö. (2005). Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts. *Instructional Science*, 33, 311–339

- Ünal, S. (2007). "Atom ve molekülleri bir arada tutan kuvvetler" konularının öğretiminde yeni bir yaklaşım: BDÖ ve KDM'nin birlikte kullanımının kavramsal değişime etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Ünal S., Coştu B. and Ayas A. (2010). Secondary School Students' Misconceptions of Covalent Bonding. *Journal of Turkish Science Education*, 7(2), 3-29.
- Ürey, M. and Çalık, M. (2008). Combining different conceptual change methods within 5E model: A sample teaching design of 'cell' concept and its organelles. *Asia- Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2), 1-15.
- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 1(2), 249-262.
- Vermaat, J. H., Kramers-Pals, H. and Schank, P. (2003). The use of animations in chemical education. Paper Presented At The International Convention Of The Association For Educational Communications and Technology, Anaheim, CA, USA.
- Vincent, D., Cassel, D. and Milligan, J. (2008). Will it float?: A learning cycle investigation of mass and volume. *Science and Children*, 45(6), 36-39.
- Watson, B. and Konicek, R. (1990). Teaching for conceptual change: Confronting children's experience. *Phi Delta Kappan*, 71(9), 680-685.
- Weiss, R. E., Knowlton, D. S. and Morrison, G. R. (2002). Principles for using animation in computer-based instruction: Theoretical heuristics for effective design. *Computers in Human Behavior*, 18, 465-477.
- White, R.T. and Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London: The Falmer Press.
- Wilder, M. and Shuttleworth, P. (2005). Cell inquiry: A 5e learning cycle lesson. *Science Activities*, 41(4).
- Windschitl, M. (2001). Using simulations in the middle school: Does assertiveness of dyad partners influence conceptual change?, *International Journal of Science Education*, 23(1), 17-32.
- Woodfield, B. F., Catlin, H. R., Waddoups, G. L., Moore, M. S., Swan, R., Bodily, G. et al. (2004). The virtual chemlab project: A realistic and sophisticated simulation of inorganic qualitative analysis. *Journal of Chemical Education*, 81, 1672.
- Wu, H., Krajcik, J. S. and Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 821-842.
- Yalçın, F. A. and Bayrakçeken, S. (2010). The effect of 5E learning model on pre-service science teachers' achievement of acids-bases subject. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(2), 508-531.
- Yalın, H. İ. (2003). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme* (Dokuzuncu Baskı). Ankara: Nobel.
- Yaman, F. (2012). Bilgisayara dayalı tahmin-gözlem-açıklama (TGA) etkinliklerinin öğrencilerin asit-baz kimyasına yönelik kavramsal anlamalarına etkisi: Türkiye ve ABD örneği. Yayınlanmamış doktora tezi, KTÜ, Trabzon.
- Yavuz, A. (2005). Effectiveness of conceptual change instruction accompanied with demonstrations and computer assisted concept mapping on students' understanding of matter concepts. Unpublished doctoral thesis, METU, Ankara.

- Yeğnidemir, D. (2000). Temel eğitim 8. sınıf öğrencilerinde madde ve maddenin tanecikli-boşluklu-hareketli yapısıyla ilgili yanlış kavramların tespiti ve giderilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Yeşilyurt, M. (2011). Meta-analysis of the computer assisted studies in physics: A sample of Turkey. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 3(2), 173-182.
- Yeziarski, E. J. (2003). The particulate nature of matter and conceptual change: A cross-age study. Doctoral dissertation, Arizona State University.
- Yeziarski, E. J. and Birk, J. P. (2006). Misconceptions about the particulate nature of matter: Using animations to close the gender gap. *Journal of Chemical Education*, 83(6), 956-960.
- Yıldız, E. (2008). 5E modelinin kullanıldığı kavramsal değişime dayalı öğretimde üst bilişin etkileri: 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik bir uygulama. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Yılmaz, A. ve Morgil, İ. (2001). Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 172-178.
- Yılmaz, M. ve Saka, A. Z. (2005). Bilgisayar destekli fizik öğretiminde çalışma yapraklarına dayalı materyal geliştirmeye ve uygulama. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3), 120-131.
- Yılmaz, A. and Alp, E. (2006). Students' understanding of matter: The effect of reasoning ability and grade level. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(1), 22-31.
- Yiğit, N. (2005). Bilgisayar destekli fen ve teknoloji öğretimi. S. Çepni (Ed.), Kuramdan Uygulamaya Fen Ve Teknoloji Öğretimi (3. Baskı) içinde (s. 275-299). Ankara: PegemA.
- Yiğit, N. (Ed.). (2009). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı* (Geliştirilmiş 4. Baskı). Trabzon: Akademi.
- Zacharia, Z. C. (2005). The impact of interactive computer simulations on the nature and quality of postgraduate science teachers' explanations in physics. *International Journal of Science Education*, 27(14), 1741-1767.
- Zhang, J., Chen, Q., Sun, Y. and Reid, D. J. (2004). Triple scheme of learning support design for scientific discovery learning based on computer simulation: Experimental research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 269-282.

8. EKLER

9. ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

25.09.1977 tarihinde Trabzon'da doğdu. 1988 yılında Gözalan İlkokulunu, 1991 yılında Atatürk Ortaokulunu ve 1995 yılında Trabzon Teknik Lisesi Bilgisayar bölümünü bitirdi. 1996 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programına girdi. 1997 yılında K.T.Ü. Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programına yatay geçiş yaparak 2000 yılında bu programdan mezun oldu. Aynı yıl K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bölümünde Yüksek Lisansa başladı. 2005 yılında Yüksek Lisansını tamamladı ve aynı yıl aynı bölümde Doktora programına başladı.

2000 yılında Vakfıkebir Yalıköy İlköğretim Okulunda Fen Bilgisi Öğretmeni olarak göreve başladı. Halen Trabzon Bener Cordan Ortaokulunda Fen Bilimleri Öğretmeni olarak görev yapmaktadır. Araştırmacı mesleki yaşamında yapmış olduğu çalışmalarından dolayı çeşitli defalar Takdir ve Başarı Belgeleriyle ödüllendirilmiştir. Evli ve bir çocuk babasıdır. Yabancı dili İngilizcedir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ:

Adres : Osman KENAN, Bener Cordan Ortaokulu, Aydınlıkevler Mah., Trabzon

E-mail : osman_kenan@hotmail.com

Telefon : 0 505 812 03 83