

**TRABZON ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**“MADDENİN TANECİKLİ YAPISI” KONUSUNUN MODEL VE
MODELLEMELERLE ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİLERİN BAŞARISI VE
ATOMLA İLGİLİ ZİHİNSEL MODELLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatmagül KILIÇOĞLU

**TRABZON
Temmuz, 2019**

**TRABZON ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**“MADDENİN TANECİKLİ YAPISI” KONUSUNUN MODEL VE
MODELLEMELERLE ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİLERİN BAŞARISI VE
ATOMLA İLGİLİ ZİHİNSEL MODELLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Fatmagül KILIÇOĞLU

**Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitimi Enstitüsü’nce Yüksek Lisans
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Suat ÜNAL**

**TRABZON
Temmuz, 2019**

Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir. 12/07/2019

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Suat ÜNAL



Üye : Prof. Dr. Gökhan DEMİRCİOĞLU



Üye : Doç. Dr. Nagihan YILDIRIM



Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Bülent GÜVEN
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARAR UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Trabzon Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

Fatmagül KILIÇOĞLU

12/07/2019

ÖN SÖZ

Yüksek Lisans çalışmam sürecinde bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, çalışmamın bütün aşamalarında değerli fikirleri ile beni yönlendiren danışmanım Prof. Dr. Suat ÜNAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin hazırlanma sürecinde her zaman yanımda hissettiğim ve görüş alışverişinde bulunduğum değerli arkadaşlarım Dr. Öğretim Üyesi Gökçe KILIÇOĞLU'na, Dr. Öğretim Üyesi Havva İPEK AKBULUT'a, Doçent Dr. Tülay ŞENEL ÇORUHLU'ya, Gökçe TÜRKMEN'e ve uygulama yaptığım okuldaki okul yöneticileri ile öğretmen arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana her zaman destek olan aileme ve tez çalışmam süresince desteğini hiç esirgemeyen eşim Alper KILIÇOĞLU ve varlıkları ile hayatımıza mutluluk katan, bu süreçte sabretmeyi öğrenen canım çocuklarım Ahmet Bilgehan KILIÇOĞLU ve Mehmet Atahan KILIÇOĞLU'na teşekkür ederim.

Temmuz, 2019
Fatmagül KILIÇOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
TABLolar LİSTESİ	X
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XII
GRAFİKLER LİSTESİ.....	XIII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XIV
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı	5
1.1.1. Araştırmanın Alt Amaçları	5
1.2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	6
1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	9
1.4. Araştırmanın Varsayımları	9
1.5. Tanımlar	10
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	11
2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi	11
2.1.1. Modeller ve Fen Eğitimindeki Yeri	11
2.1.2. Modellerin Sınıflandırılması.....	14
2.1.2.1. Açık Modeller.....	14
2.1.2.2. Zihinsel Modeller	15
2.1.2.3. Bilimsel Modeller	16
2.1.3. Yapılandırmacı Yaklaşım	17
2.1.4. 5E Modeli.....	18
2.1.5. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	19
2.1.5.1. Model ve Modellerle Fen Öğretimine Yönelik Yapılan Çalışmalar	20
2.1.5.2. Zihinsel Modellerle İlgili Yapılan Çalışmalar	33
2.1.5.3. Maddenin Tanecikli Yapısı Konusu İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	46
2.2. Literatür Taraması Sonucu.....	56
3. YÖNTEM	59
3.1. Araştırma Modeli.....	59
3.2. Çalışma Grubu	61
3.3. Verilerin Toplanması	62
3.3.1. Veri Toplama Araçları	63
3.3.1.1. Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi (MTYBT)	63

3. 3. 1. 2. Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu.....	66
3. 4. Öğretim Sürecinde Kullanılan Modeller ve Modelleme Etkinlikleri.....	66
3. 5. Verilerin Analizi	69
3. 5. 1. Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi'nden Elde Edilen Verilerin Analizi..	69
3. 5. 2. Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formundan Elde Edilen Verilerin Analizi.....	70
4. BULGULAR	71
4. 1. Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular.....	71
4. 1. 1. Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testinden Elde Edilen Detaylı Bulgular..	71
4. 1. 2. "Maddenin Tanecikli Yapısı" Başarı Testinden Elde Edilen Genel Bulgular ..	76
4. 2. Zihinsel Model Belirleme Formu'ndan Elde Edilen Bulgular	87
4. 2. 1. Öğrencilerin Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular ..	87
4. 2. 1. 1. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular	87
4. 2. 1. 2. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular	89
4. 2. 1. 3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerindeki Değişime Yönelik Bulgular	90
4. 2. 1. 4. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular	91
4. 2. 1. 5. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular	93
4. 2. 1. 6. Deney Grubu Öğrencilerinin Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerindeki Değişime Yönelik Bulgular	94
4. 2. 2. Öğrencilerin Atomun Büyüklüğüyle İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular	95
5. TARTIŞMA	99
5. 1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Tartışma	99
5. 2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Tartışma.....	103
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	107
6. 1. Sonuçlar	107
6. 2. Öneriler.....	109
6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler.....	109
6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Çalışmalara Yönelik Öneriler	110
7. KAYNAKLAR	112
8. EKLER	124
9. ÖZGEÇMİŞ ve İLETİŞİM BİLGİLERİ	166

ÖZET

“Maddenin Tanecikli Yapısı” Konusunun Model ve Modellemelerle Öğretiminin Öğrencilerin Başarısı ve Atomla İlgili Zihinsel Modelleri Üzerine Etkisi

Bu çalışmada, “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline göre şekillendirilmiş model ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve atomla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini Trabzon ili Beşikdüzü ilçesinde bulunan Merkez Ortaokulundaki 7. sınıfa devam eden iki farklı şubede öğrenim gören toplam 40 (20 deney, 20 kontrol) öğrenci oluşturmaktadır. “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusu kontrol grubunda mevcut programa göre işlenirken deney grubunda modellerin kullanıldığı ve öğrencilerin modeller oluşturduğu bir öğrenme ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın verilerini toplamak için kontrol ve deney grubuna uygulama öncesinde ön test ve uygulama sonrasında son test olmak üzere araştırmacı tarafından geliştirilen ve kullanılan “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi” (MTYBT) uygulanmıştır. Ayrıca deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin atomun yapısı ve atomun büyüklüğü ile ilgili uygulama öncesi ve sonrası zihinsel modellerini tespit etmek için açık uçlu 2 tane sorudan oluşan Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu (AYYZMBF) uygulanmıştır. MTYBT’den elde edilen veriler nicel olarak analiz edilirken Mann-Whitney Test Analizi kullanılmıştır. Atomun yapısı ve atomun büyüklüğü ile ilgili öğrencilerin zihinsel modelleri nitel olarak betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Ayrıca okuyucular için farklı zihinsel modelleri benimseyen öğrencilerin frekans ve yüzdeleri hesaplanmış ve tablolar şeklinde çalışmada sunulmuştur. Çalışmada modellerin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki, mevcut programa göre öğretim gören kontrol grubundaki öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Modellerle ve modelleme etkinlikleriyle öğretimin öğrenci başarısını geleneksel yöntemle kıyasla daha fazla artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, model ve modelleme etkinliklerinin öğrencilerin atomla ve onun büyüklüğüyle ilgili zihinsel modellerini kısmen olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara dayalı olarak araştırmacılara ve ilerideki çalışmalara bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Model, Modelleme, Zihinsel Model, Yapılandırmacı Yaklaşım

ABSTRACT

The Effects of the Teaching Intervention Including Models And Modelling on Students' Achievement of "The Particulate Structure of Matter" Subject and Their Mental Models Of Atom

The aim of this study is to determine the effects of a teaching intervention based on the 5E model of constructivism, in which the "Particulate Structure of Matter" subject is taught by using models and modelling activities, on students' achievement on this subject and students' mental models of atom.

Quasi-experimental research method was used to conduct the study. The sample of the study consisted of 40 seventh grade students (20 experimental and 20 control groups) who had been attended in two different classes in a secondary school located in the city center of Beşikdüzü district of Trabzon province. While "The Particulate Structure of Matter" subject was taught according to the current chemistry curriculum with no intervention, models and modelling activities were used for the teaching of the subject in the experimental group. In order to collect the data of the study, "The Particulate Structure of Matter Achievement Test" was developed by the researcher and applied to both groups as pre- and post-tests before and after the instruction. In addition, the "Mental Model Determination Form", which consists of two open-ended questions, was applied to determine students' mental models of atom as pre- and post-tests before and after the instruction to the both groups. The data obtained from "The Particulate Structure of Matter Achievement Test" were analyzed quantitatively and Mann-Whitney Test was used. The students' mental models of the atom and the size of the atom were analyzed qualitatively by using descriptive analysis method. In addition, the frequency and the percentages of students who adopted different mental models were calculated and presented in the form of tables. As a result of the study, it was found that the experimental group students' achievement on the subject of "The Particulate Structure of Matter" was significantly much more than that of the students in the control group who were taught according to the current curriculum. It was concluded that teaching based on models and modelling activities increased student achievement more than traditional method. In addition, it was concluded that models and modeling activities partially affected students' mental models of "atom and its size". Some suggestions were presented for researchers and further research based on the results of the study.

Keywords: Model, Modeling, Mental Model, Constructivist Approach

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Model ve Modellemeler ile İlgili Fen Öğretiminde Yapılan Çalışmalar	20
2.	Zihinsel Modellerle İlgili Fen Öğretiminde Yapılan Çalışmalar	34
3.	Maddenin Tanecikli Yapısı İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	46
4.	Araştırmadaki Deneysel Yöntem	60
5.	Araştırma Grubundaki Öğrencilerin Dağılımı	62
6.	Başarı Testi Maddenin Güçlük ve Ayırt Edicilik Değerleri	64
7.	MTYBT'de Yer Alan Kazanım-Soru İlişkisi.....	66
8.	Kazanımlara Yönelik Öğretim Sürecinde Kullanılan Modeller ve Modelleme Etkinlikleri.....	67
9.	Deney ve Kontrol Grubunun 7.3.1.1. Kazanımıyla İlgili Sorulara Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı	72
10.	Deney ve Kontrol Grubunun 7.3.1.2. Kazanımıyla İlgili Sorulara Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı	73
11.	Deney ve Kontrol Grubunun 7.3.1.3. Kazanımına İlgili Frekans ve Yüzde Dağılımı	74
12.	Deney ve Kontrol Grubunun 7.3.1.4. Kazanımına İlgili Frekans ve Yüzde Dağılımı	75
13.	Deney ve Kontrol Grubunun 7.3.1.5. Kazanımına İlgili Frekans ve Yüzde Dağılımı	76
14.	Deney ve Kontrol Grubunun MTYBT Ön Test Cevapları	77
15.	MTYBT Ön Test Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Mann Whitney U-Testi Sonuçları.....	80
16.	Deney ve Kontrol Grubunun MTYBT Son Test Cevapları.....	80
17.	MTYBT Son Test Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Mann Whitney U-Testi Sonuçları.....	83
18.	Kontrol Grubunun MTYBT Ön Test ve Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	84

19.	Deney Grubunun MTYBT Ön Test ve Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	85
20.	Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Zihinlerindeki Atom Modeline Yönelik Çizimleri	88
21.	Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Zihinlerindeki Atom Modeline Yönelik Çizimleri	90
22.	Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrasında Atomun Yapısına İlişkin Olarak Sahip Oldukları Zihinsel Modeller	90
23.	Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Zihinlerindeki Atom Modeline Yönelik Çizimler	92
24.	Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Zihinlerindeki Atom Modeline Yönelik Çizimleri	94
25.	Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrasında Atomun Yapısına İlişkin Olarak Sahip Oldukları Zihinsel Modeller	95
26.	Kontrol Grubunun Uygulama Öncesi ve Sonrasında Atomun Büyüklüğü İle İlgili Kullandıkları İfadelerin Frekans ve Yüzdeleri	96
27.	Deney Grubunun Uygulama Öncesi ve Sonrasında Atomun Büyüklüğü İle İlgili Kullandıkları İfadelerin Frekans ve Yüzdeleri	97

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Harrison ve Treagust (2000)'un modeller için yapmış olduğu sınıflandırma	14
2.	Araştırmanın işlem basamakları şeması.....	61
3.	"Maddenin en küçük taneciğinin içinde neler var" isimli etkinlikte kullanılan araştırmacı tarafından yapılmış hazır model.....	68
4.	Deney grubundaki öğrenciler tarafından modellenme etkinlikleri sonucunda oluşturulan model örnekleri	69

GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Uygulama öncesi grupların MTYBT'deki doğru cevap sayıları	79
2.	Uygulama sonrası grupların MTYBT'deki doğru cevap sayıları	82
3.	Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki (MTYBT) doğru cevap sayıları	84
4.	Deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki (MTYBT) doğru cevap sayıları	86
5.	Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test (MTYBT) puan ortalamaları	86

KISALTMALAR LİSTESİ

MTYBT	: “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi”
AYYZMBF	: “Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu”
P	: “Madde Güçlük İndeksi”
r	: “Madde Ayırt Edicilik İndeksi “
n	: Her Bir Gruptaki Öğrenci Sayısı
MEB	: Mili Eğitim Bakanlığı



1. GİRİŞ

Bilim ve teknolojinin en belirgin özelliklerinden biri; hızla gelişmesi ve değişmesidir. Bilim ve teknoloji alanında her geçen gün yeni bilgiler üretilmekte ve bu bilgiler katlanarak artmaktadır. Dolayısıyla gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkeler fen bilimlerine ve fen bilimleri eğitimine özel önem vermektedirler.

Bilim ve teknolojideki değişme ve gelişmeler fen bilimleri eğitimine de yansımakta, öğretim programları sürekli değişmektedir. Programların değişmesiyle birlikte, öğrenciye kazandırılması planlanan nitelikler (hedefler), sunulacak içerik, öğretmenlerin kullanması gereken yöntem ve teknikler de değişime uğramaktadır (İyibil ve Sağlam-Arslan, 2010). İnsanoğlunun bilim ve teknolojide ürettiği tüm bilgilerin öğrencilere aktarılması mümkün değildir. Bu nedenle özellikle son yıllarda çok sayıda bilgiye sahip olan veya birçok bilgiyi ezberleyen öğrencilerden ziyade, bilgiye ulaşma yollarını bilen, bilgiyi üreten ve etkin olarak kullanan bireylerin yetiştirilmesinin daha önemli olduğu görüşü benimsenmektedir (Caymaz, 2008; Güçlüer, 2006; Köklü, 2009; Tağ, 2012).

Bilgiye ulaşma yollarını bilen, bilgiyi üreten ve etkin olarak kullanan bireylerin yetiştirilmesinin daha önemli olduğu görüşü 2004 yılından itibaren ülkemizde de benimsenmiş, bunun neticesinde eğitimde köklü bir değişim yaşanmıştır. Bu değişimle birlikte, fen bilimleri de dâhil olmak üzere tüm disiplinlerde yapılandırmacı yaklaşımı esas alan öğretim programları uygulamaya konulmuştur. Yapılandırmacılığı esas kabul eden öğretim programlarıyla eğitim ve öğretimin gerçekleştiği süreç boyunca öğrencilerin bedensel ve zihinsel olarak aktif bir şekilde yetiştirilmesi amaçlanmıştır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Bu amaç doğrultusunda fen eğitiminin daha etkili ve verimli gerçekleşmesi için öğrencilerin daha aktif olduğu yöntem, teknik ve öğrenme ortamları kullanılmaya başlanmıştır.

Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre düzenlenmiş öğrenme ortamlarında öğrenciler öğretmenin de yönlendirmesiyle bir olayı veya durumu mümkünse deneyimleyerek ve ön bilgilerini de kullanarak açıklamaya çalışırlar. Bu ortamlarda öğretmen etkili bir rehberlik yapar ve öğrencilerin ön bilgilerini, ilgi, ihtiyaç ve beklentilerini dikkate alıp öğrenme ortamlarını buna göre düzenlemeye, öğrencilerinin sorguladığı, tartıştığı, deneyimlerinden sonuç çıkardığı ortamları oluşturmaya çalışır. Yapılandırmacı yaklaşımın sınıfta farklı uygulanma biçimleri (modelleri) olsa da (Ayas, Çepni, Akdeniz, Özmen, Yiğit ve Ayvacı, 2007; Bıyıklı ve Yağcı, 2015; Çalık, 2006; Güneş-Koç, 2013) öğrenme ortamlarında en fazla tercih edilen modelin 5E öğretim modeli (Y. İ. Y. İ. Şahin, 2016) olduğu görülmektedir. Ülkemizde yapılandırmacı yaklaşımın 5E modelinin fen

bilimleri dersinde öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği çeşitli konuların öğretiminde kullanıldığı ve genellikle öğrencilerin akademik başarılarını, öğrenmelerinin kalıcılığını, derse yönelik tutumları ve motivasyonları olumlu etkilediği rapor edilmektedir.

2004 yılından itibaren her ne kadar ülkemizde yapılandırmacı anlayış benimsense ve öğretim programları buna göre değişse de fen bilimleri dersi hala öğrenciler için anlamakta güçlük çektikleri zor bir derstir (Kaya ve Elgün, 2014; Ültay ve Çalık, 2012). Öğrencilerin fen kavramlarını anlamakta güçlük çektiği ve pek çok kavrama yönelik yanılgılarının olduğu birçok çalışmada rapor edilmektedir (Öztürk-Ürek ve Tarhan, 2005; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Ünal, 2007). Bunun en önemli sebeplerinden biri hala öğretmenlerin alışık oldukları öğretim yöntemleriyle (geleneksel öğrenme ortamları) ders işlemeye devam ediyor olmasıdır. Hâlbuki geleneksel öğrenme ortamlarının etkili kavram öğretimini sağlamada, öğrencilerin istenilen başarıyı göstermesinde yeni yöntem ve tekniklere kıyasla pek de etkili olmadığı birçok çalışmada ifade edilmektedir (Cerit-Berber, 2008; Gözmen, 2008; Köklü, 2009; Ulusoy, 2011). Bir diğer sebep ise fen bilimleri (kimya) dersinin birçok soyut konu ve kavramı içermesidir (Ayvaci, Bebek ve Durmuş, 2015; Y. İ. Şahin, 2016). Fen dersleri içerisinde özellikle kimya konularında çok sayıda soyut kavram bulunmaktadır. Kimya kavramlarının soyut ve karmaşık yapısından dolayı öğrenciler tarafından çok sayıda yanılgıya sahip bulunduğu bilinmektedir (Öztürk-Ürek ve Tarhan, 2005; Demircioğlu, Demircioğlu, Ayas ve Kongur, 2012).

Fen bilimleri dersinde öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği (Adadan, 2014; Karagöz ve Sağlam-Arslan, 2012), ancak fendeki daha ileri konular için temel oluşturucu niteliğe sahip olan önemli kimya konulardan biri maddenin tanecikli yapısıdır (Çökelez ve Yalçın, 2012; Yılmaz ve Morgil, 2001). Maddenin tanecikli yapısıyla ilgili atom ve molekül kavramları öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği ve yanılgılara sahip oldukları iki önemli temel kavramdır (Bilgin ve Geban, 2001; Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban, 2004; Çökelez ve Dumon, 2005). Bu kavramlar anlaşılmadığında, bu kavramların kullanıldığı daha ileri konu ve kavramlar da öğrenciler tarafından anlaşılmamaktadır (Çökelez ve Yalçın, 2012; Demircioğlu ve Erçebi, 2013; Sarıkaya ve Ergün, 2014). Öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili doğru anlamalar geliştirememelerinin nedenleri arasında kavramların somutlaştırılmaması (Okumuş ve Doymuş, 2018), öğretim ortamlarının bunu sağlayacak şekilde düzenlenmemesi, ders kitaplarının yanlış anlamalara neden olacak şekil ve ifadelerle (modellere) yer vermesi yer almaktadır (Karslı ve Ayas, 2013). Modeller öğrenme ortamında yer verilmesi gereken önemli öğretim araçlarıdır. Öğrencilerin soyut kavramları zihinlerinde canlandırabilmelerine imkan vererek, onların kavramı daha kolay ve bilimsel açıdan doğru bir şekilde zihinlerinde yapılandırmalarına imkan verirler.

Atomun soyut yapısını anlamada öğrencilerin yaşadıkları zorluklar birçok çalışmada ifade edilmiştir (Ayas ve Demirbaş, 1997; Bilgin ve Geban, 2001; Canpolat vd., 2004; Baytok, 2007; Cökelez ve Dumon, 2005; Öztürk-Ürek ve Tarhan, 2005). Ayrıca atomun mikroskobik boyutta anlaşılmasındaki güçlüklerden dolayı fen öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bile bu konuda yanılgılara sahip oldukları literatürde ifade edilmektedir. Öğretmenlerin ve geleceğin öğretmen adaylarının sahip olduğu yanılgılar “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun öğrenilmesinde/öğretilmesinde güçlükler yaşanılmasına neden olmaktadır. Öğretmenler tarafından kullanılan anlatma, soru-cevap gibi geleneksel öğretim yöntemleri de atom ve yapısıyla ilgili kavramların anlaşılmasındaki zorluğun nedenlerindedir (Demircioğlu, Altuntaş-Aydın ve Demircioğlu, 2016). Atom ve atomun yapısını içeren “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusu birçok kimya kavramının temelini oluşturmaktadır (Çökelez ve Yalçın, 2012; Yılmaz ve Morgil, 2001) ve fen bilimlerinde yer alan en önemli konularından biridir. Bu konu öğrenciler tarafından tam öğrenilemediğinde kimyasal bağlar, kimyasal tepkimeler, kimyasal değişim, fiziksel değişim, hal değişimi, ısı ve sıcaklık, genleşme... gibi ileri birçok kimya konusunun öğrenilmesinde de güçlükler yaşanmasına neden olacaktır. Bu nedenle atomun soyut yapısının öğretiminde öğrencilerin yaşadıkları zorlukları ortadan kaldıracak somutlaştırmayı sağlayan öğretim materyallerinin eğitim ortamlarında kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Soyut konu veya kavramların somutlaştırılabilirlikleri oranda öğrenciler tarafından anlaşılabilirliği dikkate alındığında (Derman, 2014), fen bilimleri dersindeki soyut kavramların öğretiminde resimlere, grafik araçlarına ve modellere yer verilmesi kavramların öğrenciler tarafından zihinde canlandırılabilmesine ve dolayısıyla daha kolay anlaşılmasına imkân verecektir. Maddenin yapısı konusu mikro boyutta soyut kavramlar içerdiği bilinmekle birlikte (Okumuş, Çavdar, Alyar ve Doymuş, 2017), öğrenciler tarafından zihninde canlandırılmadığında kavram yanılgıları oluşmaktadır (Çavdar, Okumuş ve Doymuş, 2016). Maddenin yapısı da dâhil olmak üzere fen bilimlerinde yer alan birçok konu soyut yapıya sahiptir. Fen bilimlerinin soyut kavram ve olayları içermesinden dolayı, öğretmenlerin bu kavram ve olayların öğretiminde somutlaştırmayı sağlayan öğretim materyallerini kullanması faydalı olacaktır (Artun ve Özsevgeç, 2014; Gülçiçek ve Güneş, 2004). Soyut içerikli kavramlar ve atomun yapısında olduğu gibi görülemeyen nesnelerin öğretilmesi için etkili stratejilerden biri modellerdir (Gülçiçek, Bağrı ve Moğol, 2003). Soyut içerikli kavramlar; etkileşimli animasyonlar, benzetişimler ve modeller yoluyla somutlaştırılabilir (Okumuş ve Doymuş, 2018) ve bu sayede anlamlı ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştirilebilir (Akpınar, 2006).

Fen bilimlerinin kapsamı içinde yer alan soyut kavramlar somutlaştırılmadığında öğrencilerin konuyu anlayamadıkları, yanlış anladıkları ve kavram yanılgısı gibi birçok

problemlerle karşılaştıkları belirlenmiştir (Eryılmaz-Muştu ve Ucer, 2018; Okumuş ve Doymuş, 2018). Bu nedenle yapılandırmacı öğrenme ortamlarında öğrencilerin aktif olmasının yanında soyut kavramları zihinlerinde somutlaştıracak yöntem ve tekniklere de yer vermesi gerekmektedir. Modeller somutlaştırıcı unsurlar olmanın yanında öğrencilerin aktif bir şekilde sürece dâhil olarak, temas ederek, yakından görerek, varsa parçalarının işlevlerine dikkat ederek öğrenmesine de yardımcı olmaktadır. Ayrıca kavramların modeller ile zihinde oluşturulması öğrencilerin hem kavramı öğrenmesini hem de zihninde kalıcı öğrenmelerinin gerçekleşmesini sağlamaya yardımcı unsurlardır (Adadan, 2014). Bu nedenle ilköğretim seviyesinde fen eğitiminin temel kavramlarının istenilen düzeyde gerçekleşebilmesi için model ve modellemelere önem verilmesi gerekmektedir. Atom kavramının öğretiminde modellere yer verilerek öğrenilen konu ve sonraki dönemde gerçekleştirilecek öğrenmelerin kavram yanlışlarından uzak, doğru, anlamlı ve kalıcı olması istenilen bir nitelik olmakla birlikte son derece önemlidir. Bu noktada modeller atom kavramının açık ve anlaşılır bir şekilde öğretilmesinde, anlamlandırılmasında ve zihinde yapılandırılmasında önemli bir yere sahiptir.

Öğrenciler maddenin tanecikli yapısı, atom, molekül, iyon gibi kavramlarla yedinci sınıf düzeyinde ilk kez karşılaşmaktadırlar. Temel fen kavramlarının öğrencinin ilk kez karşılaştığı düzeyde doğru şekilde yanlışsız bir biçimde öğrenilmesi ve öğretilmesi büyük önem taşımaktadır. (Eryılmaz-Muştu ve Ucer, 2018). Çünkü öğrenciler bir kavrama dair ilk fikirlerini veya bilgilerini kolay kolay unutmamakta ve bu fikirlerinden kolay kolay vazgeçememektedirler. Kavram yanlışlarının kolay kolay giderilememesinin ve değişime dirençli olmalarının da en önemli sebebi budur. Bu bağlamda ileride kimya kavramlarının da temelini teşkil edecek, atom, molekül, iyon kavramlarının yedinci sınıf düzeyinde mümkün olduğunca açık, anlaşılır ve somutlaştırılmış şekilde sunulması gerekmektedir. Özellikle ortaokul öğrencilerinin somut işlemler döneminden soyut işlemler dönemine geçiş yapma döneminde oldukları düşünüldüğünde, öğrencilerin süreçte aktif olduğu öğrenci merkezli öğretim yöntemleriyle soyut kavramların somutlaştırıldığı ve görselleştirildiği ortamlara ihtiyaç vardır (Okumuş ve Doymuş, 2018). Ancak bu sayede öğrencilerin daha bilimsel anlamalara ve daha bilimsel zihinsel modellere sahip olmaları sağlanabilir. Bu noktada; ilköğretim düzeyi öğrencilerinin ilk kez karşılaştıkları kavramları zihinlerinde daha doğru yapılandırabilmeleri adına, fen eğitiminde soyut kavramların öğretiminde model ve modellemelere yer verilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu düzeyde atom, iyon, molekül gibi ilk kez karşılaşılan soyut kavramların somutlaştırılarak, modellenerek, görselleştirilerek öğretilmesi, öğrencilerin bu soyut kavramlarla ilgili daha bilimsel anlamalara sahip olmalarını, bu kavramlara yönelik anlamalarının kavram yanlışlarından uzak, anlamlı ve kalıcı olmasını sağlayacaktır. Atom ve yapısı gibi gözle görülemeyen soyut içerikli

kavramların öğretilmesi için etkili yollardan biri modeller ve model oluşturma etkinlikleridir (Gülçiçek, Bağlı ve Moğol, 2003).

Bu bağlamda araştırmanın problemini, 7. sınıf “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesi, “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline uygun şekilde modellerle ve modelleme etkinlikleriyle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve atomun yapısıyla ilgili zihinsel modellerinin üzerine etkileri nelerdir? sorusu oluşturmaktadır.

Bu temel problem dâhilinde araştırmanın alt problemlerini ise;

1. Modellerin ve modelleme etkinliklerinin kullanıldığı öğretim sürecinin 7. sınıf öğrencilerinin “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki başarılarına etkisi nedir?
2. Modellerin ve modelleme etkinliklerinin kullanıldığı öğretim sürecinin 7. sınıf öğrencilerinin atomla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisi nedir?

soruları oluşturmaktadır.

1. 1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada 2017- 2018 eğitim ve öğretim yılında ortaokul 7. sınıf fen bilimleri öğretim programındaki (MEB, 2013) “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline uygun şekilde modeller ve modelleme etkinlikleriyle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve atomla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1. 1. 1. Araştırmanın Alt Amaçları

“Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modelinin esas alındığı, modelleri ve modelleme etkinliklerini içeren öğretim süreciyle işlenmesi ve etkililiğinin araştırıldığı bu çalışmada araştırmanın amacı doğrultusunda aşağıdaki alt amaçlara da ulaşılmaya çalışılmıştır.

1. Modellerin ve modelleme etkinliklerinin yer aldığı öğretim sürecinin “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki öğrenci başarısı üzerindeki etkisini tespit etmek.
2. Modellerin ve modelleme etkinliklerinin yer aldığı öğretim sürecinin öğrencilerin atomla ilgili zihinsel modelleri üzerindeki etkilerini belirlemek.

1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Bir ülkenin gelişip ilerleyebilmesi çağa ait bilgi ve becerileri fertlerine kazandırmasıyla mümkündür (Akdeniz ve Karamustafaoğlu, 2003). Son yıllarda fen eğitiminde bu özelliklerin öğrencilere kazandırılabilmesinde en uygun yaklaşımın yapılandırmacı yaklaşım olduğu benimsenmiş ve fen bilimleri dersi öğretim programları bu yaklaşım çerçevesinde düzenlenmiştir. Yapılandırmacı öğrenme kuramının uygulamada kullandığı modellerden biri de 5E öğretim modelidir. 5E modelinin eğitime en büyük katkısı, uygulamada farklı yöntem ve tekniklerin kullanılmasını sağlamasıdır (Değirmençay, 2010). 5E öğretim modeline göre düzenlenen bu çalışmada öğrencilerin modeller ve özellikle modelleme etkinlikleri sayesinde bilgiyi yapılandırması ve öğrenmeye aktif şekilde katılmasının sağlanması amaçlanmaktadır.

Öğrencilerin aktif olmasını sağlayan modeller ve modelleme etkinlikleri soyut veya doğrudan gözlemlene imkânı bulamadığımız kavramların öğretiminde büyük bir öneme sahiptir. Öğrenciler soyut kavramları anlamakta zorluklarla karşılaşmaktadırlar (Erdem, Yılmaz ve Morgil, 2001). Fen bilimlerinde yer alan soyut içerikli kavramların somut hale getirilmesinde, ulaşıma imkânı olmayan somut kavramların ulaşılabilir olmasında ve karmaşık yapıya sahip olan kavramların basit ve öğretilebilir/öğrenilebilir hale getirilmesinde modeller etkin öğrenme araçları olarak kullanılmaktadır (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004). Öğretim faaliyetlerinde kullanılan modeller ve modelleme etkinlikleri soyut kavramların somutlaştırılmasının yanında; bir araç yardımı olmadan görülemeyen küçük yapıların (mikroskop) görünür olmasında, görünür ancak uzaktaki cisimlerin ulaşılabilir olmasında (teleskop), görülebilen ancak tehlikeli durumların güvenilir şekilde tecrübe edilmesinde (uçak simülasyonları) önemli rol oynamaktadırlar. Bu açıdan bakıldığında, soyut kavramları ve durumları içeren “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun modellerle ve modelleme etkinliklerinin öğrencilerin bu soyut kavramları somutlaştırmasını ve zihinlerinde daha kolay canlandırmalarını sağlayacağı, dolayısıyla da öğrenci başarısı üzerinde olumlu etki oluşturacağı düşünülmektedir.

Öğrencilerin anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebilmesi ancak etkili bir fen öğretimi ile gerçekleşebilir (Gençer, 2006). Etkili bir öğretimin gerçekleştirilebilmesi için ise öğrenme ortamlarının materyal, yöntem ve teknik açıdan zenginleştirilmesi, öğrencilerin bu materyallerle etkileşerek deneyimler kazanmasının sağlanması ve hem bedenen hem de zihnen aktif olduğu ortamların oluşturulması önem arz etmektedir. “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun öğretimine yönelik olarak bu çalışmada da öğrencilerin konunun içerisindeki atom, iyon, molekül gibi soyut kavramları zihinlerinde daha iyi canlandırmalarını sağlayacak çeşitli hazır modellere ve modelleme etkinliklerine yer verilecektir. Dolayısıyla

öğretim süreci içerisinde bu esnada çok çeşitli araç ve gereçlere yer verilmiş olacak, öğrencilere zengin bir öğrenme ortamı sağlanmaya çalışılacaktır. Öğretim materyali açısından zengin bu öğrenme ortamının, öğrencilerin kavramları anlama düzeylerini ve dolayısıyla başarılarını artıracakı düşünülmektedir.

Maddenin tanecikli yapısında olduğu gibi gözlemlenemeyen kavramların bilinen ve görülen olaylarla veya nesnelere ilişkilendirilerek öğrencilere sunulması, kavramların öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır (Akyol, 2009). Bilinen olay veya nesnelere ilişkilendirerek soyut bir kavramın öğretilmeye çalışılması, bu soyut kavramın somut hale getirilerek zihinde canlandırılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle özellikle fen bilimleri derslerinde soyut kavramları öğretirken modellere, analogilere, gerçek nesnelere vb. mümkün olduğunca yer verilmektedir. Fen derslerinde kullanılan molekül modelleri, atom modelleri, anatomi modelleri, DNA modelleri, dolaşım sistemi modelleri, manyetik alan çizgilerini gösteren modeller, çıkık modelleri gibi birçok model kullanılmaktadır (Taylan-Yıldız, 2006). Bu çalışmada da "Maddenin Tanecikli Yapısı" konusunun içerisindeki atom, iyon, molekül gibi soyut kavramlar, gerek hazır modeller sayesinde gerekse öğrencilerinin kendilerinin yapacağı modeller sayesinde somutlaştırılacak ve onlar için hayatın içinde gözlemlenebilir hale getirileceklerdir. Bu sayede öğrenciler bu soyut kavramları gördükleri model ile ilişkilendirebilecekler ve dolayısıyla daha kalıcı öğrenmeler gerçekleştirebileceklerdir. Öğrenciyi merkeze alan yaparak ve yaşayarak öğrenmede, mümkün olduğu kadar çok duyu organının kullanılması gerektiğinden öğrenme etkili ve kalıcı olmaktadır (Tan ve Temiz, 2003). Bir modelde bulunması gereken özellikler arasında çok sayıda duyu organına hitap etmesi gerektiği görülmektedir (Harman, 2012). Bu yönüyle bakıldığında öğrencilerin daha fazla duyu organına hitap eden ve etkileşebilecekleri hazır modellerin ve öğrencilerin oluşturduğu modellerin öğretim materyali olarak kullanıldığı bu çalışmanın öğrencilerin başarıları üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir.

Fen bilimleri derslerinin içeriği soyut ve karmaşıktır. Soyut olan fen kavramlarını öğrencilerin zihinlerinde tam olarak canlandıramamaları, onların fen derslerinde problem yaşamalarındaki ve fen kavramlarına yönelik yanılığa sahip olmalarındaki en önemli sebeplerden biridir. Nitekim öğrencilerin çeşitli fen kavramlarına yönelik çok sayıda yanılığının olduğu birçok çalışmada rapor edilmiştir (Akgün, Gönönen ve Yılmaz, 2005; Ayas ve Demirbas, 1997; Harman, 2012). Geleneksel öğretimin öğrencilerin yanılıklarını gidermede pek başarılı olmadığı bilinmektedir (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; Başer ve Çataloğlu, 2005; Bilgin ve Geban, 2001; Candan, Türkmen ve Çardak, 2006; Kahraman ve Demir, 2011; Tekkaya vd., 2000). Ayrıca, öğretmenlerin yapılandırmacı anlayışa rağmen hala geleneksel öğretim anlayışını benimsemeye devam ettikleri ve anlatım, soru cevap gibi alışık oldukları geleneksel metotları kullanmaya devam ettikleri de çalışmalarda rapor

edilmektedir (Yaşar ve Sözbilir, 2012). Öğrencilerin daha bilimsel anlamalara sahip olmalarını ve etkili kavram öğretimini sağlamak amacıyla geleneksel yöntemlerin dışına çıkılmalı ve daha çağdaş öğretim yöntem ve tekniklerinden faydalanılmalıdır. Bu çalışmada “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusu geleneksel öğretimde olduğu gibi basitçe sunulmak yerine, öğrencilerin aktif olacağı şekilde ve yanılgılardan uzak daha bilimsel anlamalara sahip olmalarını sağlayacak şekilde model tabanlı öğretim yöntemiyle işlenecektir. Öğrencilerin aktif olacağı, materyallerle etkileşecekleri, kendi modellerini oluşturacakları, soyut kavramları somutlaştıracakları bu farklı öğretim biçiminin öğrencilerin başarılarını olumlu etkileyeceği, daha bilimsel anlamalara ve zihinsel modellere sahip olmalarını sağlayacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin modeller üzerinde çalışarak ve modelleme etkinlikleri yaparak atom, molekül, atom modelleri, iyon gibi soyut durumlar üzerinde daha detaylı çalışma fırsatı bulacağı, zihinlerinde bu yapıları daha doğru yapılandıracağı ve dolayısıyla bilimsel anlamalara sahip olacağı düşünülmektedir.

Model tabanlı öğretimi konu alan çalışmalar incelendiğinde genellikle öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı (Çevik, 2018; Demirçalı, 2016; Dışbudak, 2014; G. Örnek, 2010; Gözmen, 2008; Günbatar ve Sarı, 2005; Köklü, 2009; Zeytinli-Ünal, 2018), öğrencilerin derse yönelik tutumlarını olumlu etkilediği (K. V. Özcan, 2016), bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği (Bilal, 2010; Demirçalı, 2016; Ünal-Çoban, 2009; Ünal-Çoban ve Ergin, 2013), hatırlamayı artırdığı (Minaslı, 2009; K. V. Özcan, 2016), kavramsal anlamalarını artırdığı (Burkaz, 2012; Okumuş, 2017; Ulusoy, 2011) ve kavram yanılgılarını azalmasını sağladığı (Okumuş, 2017) gibi olumlu sonuçlara sebep olduğu görülmektedir. Ancak ilgili literatür incelendiğinde; 7. sınıf “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesindeki “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun öğretiminde model tabanlı öğretimin etkililiği ve zihinsel modellerinde meydana gelen değişime yönelik yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Bu araştırma model tabanlı öğretimin etkililiğinin seçilen konu için de belirlenmesi ve sonuçlarının paylaşılması açısından literatüre katkı sağlayacağından dolayı önem taşımaktadır.

İlgili literatür incelendiğinde, ülkemizde model tabanlı fen öğretimi üzerine yapılan çalışmalarda da daha çok öğretmen yada araştırmacı tarafından kullanılan hazır modellerin öğrencilerin başarısına, anlamalarına veya zihinsel modellerine etkisine bakıldığı görülmektedir (Cerit-Berber, 2008; Bilal, 2010; G. Örnek, 2010; Gözmen, 2008; Günbatar ve Sarı, 2005; Köklü, 2009). Bu çalışmalar detaylı incelendiğinde ise, çalışmalarda konuların veya kavramların öğretimine yönelik hazır modellerin kullanılması yerine öğrencilerin kendilerinin modelleme sürecini yaşayacağı etkinliklere yer verilmesinin daha başarılı sonuçlar vereceği ifade edilmiştir. Çünkü modelleme süreci sayesinde öğrenciler bilim adamları gibi düşünme fırsatı bulurlar. Bilim adamlarının çalışırken izlediği doğal

süreçlerin farkına varır ve bunu tecrübe ederler. Bilim adamları gibi öğrenciler de modelleme süreci sayesinde bilgileri ve deneyimlerini kullanarak yeni bir durumu açıklamaya ve yorumlamaya çalışırlar. Bu sayede üzerinde çalıştıkları durumlar hakkında bir model ortaya koyarlar. Bu durum aynı zamanda öğrencilerin bilim adamlarının izledikleri süreçlerin farkına varmaları, tarih sürecinde modellerin değişiminin nedenlerini anlamaları, kısaca modellerin doğasını anlamalarına da katkı sağlamaktadır. Hem literatürdeki benzer çalışmaların önerileri hem de modelleme sürecinin belirtilen faydaları nedeniyle bu çalışmada “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun öğretiminde sadece hazır modeller kullanılmamış, öğrencilerin modelleme sürecini yaşamalarına ve kendi modellerini oluşturmalarına fırsat verilmiştir. Bu bakımdan çalışma, literatürdeki benzer çalışmalardan farklılık göstermektedir.

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırmanın çalışma grubunu, Trabzon ilinin Beşikdüzü ilçesi Merkez Ortaokulunda öğrenimine devam eden iki sınıftaki toplam 40 öğrenci oluşturmaktadır. Bu nedenle araştırmanın sonuçları bu örneklemeden elde edilen bulgulardan elde edilen sonuçlar ile sınırlıdır.
2. Araştırmada modeller ve modelleme etkinliklerinin öğrencilerin başarıları ile zihinsel modelleri üzerindeki etkisi, sadece 7. sınıf “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde yer alan “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusu ile sınırlıdır.

1. 4. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada yer alan temel varsayımlar aşağıda verilmiştir:

1. Araştırmada yer alan öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı başarı testini tamamlarken ve atomla ilgili zihinsel modellerini açıklarken, zihinlerindeki bilgi ve düşünceleri tam olarak yansıtabildikleri varsayılmıştır.
2. Uygulama yapılan sınıflardaki öğrencilerden bazıları uygulama süreci boyunca ara sıra devamsızlıklar yapmışlardır. Bu durumun onların konuyla ilgili başarı durumları ve zihinsel modelleri üzerinde etkili olmadığı ve bu eksikliklerini kendilerinin bireysel çalışmalarla giderdiği varsayılmıştır.
3. Öğretmenin deney grubunda araştırmacı ile birlikte yaptığı öğretim sürecinden etkilenmediği, kontrol grubunda konuyu her zaman ki gibi işlediği varsayılmıştır.

1. 5. Tanımlar

Model: Karmaşık bir sistemin, olayın veya sürecin basitleştirilmiş temsilleridir (Cerit-Berber ve Güzel, 2009; Harrison, 2001).

Zihinsel Model: Öğrencilerin bir olayı açıklamak için kendileri tarafından ve kendilerine özgü olarak oluşturdukları zihinsel temsillerdir (Çökelez ve Yalçın, 2012).

Bilimsel Model: Sistemleri açıklamak ve tahmin etmek için oluşturulan basitleştirilmiş temsillerdir (Bilimsel modellere Bohr modeli, maddenin parçacık modeli, ışık ışını modeli, su döngüsü modeli, besin ağı modeli örnek verilebilir.) (Schwarz, vd., 2009).

Modelleme: Bir sistemin somutlaştırılması, sadeleştirilmesi ve görsel hale gelmesi için basitleştirilmiş bir örneğinin yapılmasına modelleme denir. Eldeki kaynaklarla bilinmeyen bir hedefin açık ve anlaşılır hale getirilmesi sürecindeki yapılan işlemler bütününe denir (Harrison, 2001). Model oluşturma süresi boyunca oluşturulan işlemlerdir (Justi ve Gilbert, 2002a).

Yapılandırmacı Yaklaşım: Öğrenme ortamlarında öğrenciyi merkeze alan öğrencinin aktif rol aldığı öğrenme sürecini oluşturan öğren ortamlarında sadece rehber görevi üstlenirken öğrenci ise öğrenme ortamlarında aktif rol alır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde çalışmanın kuramsal çerçevesini oluşturmak için; yapılan çalışmanın önemli kavramlarına yönelik teorik bilgileri sunulmuş ve ilişkili araştırmalar özetlenerek bu araştırmalardan ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

2. 1. 1. Modeller ve Fen Eğitimindeki Yeri

İlgili literatüre baktığımızda model kavramı ile ilgili farklı tanımların yer aldığını görmekteyiz. Harrison'a (2001) göre modeller, karmaşık yapıdaki nesnelerin veya bir sürecin basit hale getirilmiş (Çelik, 2015; İyibil, 2010), sadeleştirilmiş resmi, şeması veya gösterimidir. Benzer şekilde Cerit-Berber ve Güzel (2009) modeli, karmaşık bir nesnenin veya sürecin basitleştirilmiş şekli olarak ifade etmektedir. Gilbert, Boulter ve Elmer (2000) modeli bir olayı, nesneyi ve düşüncüyü temsil eden sistemlerin bütünü olarak tanımlamıştır. Çelik'de (2015) modellerin fiziksel dünyada yer alan çok küçük, çok büyük, çok karmaşık varlıkların sadeleştirilmesi sonucu oluşan temsiller olduğunu söylemiştir. Modeller bilimsel bilgilerin ortaya konulması sürecinde önemli rol oynarlar. Bilim adamları bir olayın nasıl gerçekleştiğini, bir sistemin nasıl davranacağını veya bir sürecin nasıl geliştiğini anlamak ve tahmin etmek için modellerden ve modelleme sürecinden faydalanırlar. Bilim insanları bilimsel araştırmalar yaparken modelleri, ölçülecek varsayımların formüle edilmesinde ve bilimsel olayların, kavramların ve süreçlerin açıklanmasında kullanırlar (Cerit-Berber ve Güzel, 2009). Modeller, oluşturuldukları kişi veya grup tarafından seçilen hedefin belirli yönlerini ifade etmek için kullanılan temsillerdir (K. V. Özcan, 2016). Bu bakımdan modeller fen, matematik, tıp, mühendislik, astronomi, jeofizik, sismoloji, meteoroloji gibi birçok alanda dünya üzerinde gerçekleşen olayları anlamamızı, açıklamamızı ve tahmin etmemizi sağlayan önemli araçlardır (Cerit-Berber ve Güzel, 2009; Pekmezci, 2017).

Model kavramı oldukça geniş ve kapsamlıdır. Bu nedenle çalışmalarda modellerin tanımlarından daha ziyade, özellikleri tasvir edilmeye çalışılır. Modellerin en önemli özelliği bilimsel düşünmenin özünü oluşturmaları ve bilimsel çalışmaların önemli bir unsuru olmalarıdır. Bilimsel çalışmalarda modeller, hakkında bilgi sahibi olunmayan bir durumu açıklamak ve bu olayı formülize etmek için kullanılırlar (İ. Özcan, 2005). Aslında hayatın içinde var olan nesnelerin veya varlıkların yapısı, ya da bir olayın gerçekleşme süreci zihnimizin algılayamayacağı ya da anlayamayacağı kadar karmaşık, çok adımlı ve çok

faktörlü olabilir. Ancak Paton (1996)'un da ifade ettiği gibi; insanoğlu bu karmaşık gerçeklerin (nesnelerin, olayların veya süreçlerin) ayrıntılarının bir kısmını göz ardı eder ve daha anlaşılır ve sadeleştirilmiş modelleri ortaya koyar. Dolayısıyla modellerin bir diğer özelliği olarak; insanlar arasında birbirini daha iyi anlamayı sağlayan ve kolaylaştıran önemli bir iletişim aracı olmasından bahsedilebilir. Elbette modeller yeni araştırmalarda ortaya konulan bilgiler ışığında tamamen değişebilir veya mevcut model yeni bazı ekleme ve çıkarmalarla geliştirilebilir (İ. Özcan, 2005). Tarih boyunca ortaya konulmuş atom modellerinde olduğu gibi, bu sayede insanoğlu sürekli bir gerçeğe (nesneye, olguya, sürece) dair en doğru bilgiye ulaşmaya çalışır (Harrison, 2001). Buradan da anlaşılacağı üzere modellerin önemli özelliklerinden biri de dinamik bir yapıya sahip olmalarıdır (Justi ve Gilbert, 2002b). Modellerin önemli özelliklerinden bir diğeri; modellerin doğru cevap olmamasıdır. Başka bir ifadeyle modeller gerçeği tamamen, tüm özellikleriyle yansıtmaz. Zaten eğer böyle olsaydı, modeli değil gerçeği olurlardı. Yine modeller hakkında söylenebilecek başka bir önemli özellik ise; bir durumu açıklayabilmek için birden fazla model kullanılabilmesidir. Bilim adamları bir nesneyi, olayı veya süreci birden çok modelle sunabilirler. Dünyanın oluşumuna yönelik herkes tarafından bilinen çeşitli modellerde olduğu gibi, aynı olayı açıklamaya yönelik olarak insanoğlu veya bilim adamları tarafından çeşitli modeller ortaya koyulabilir.

Model kavramı bu kadar geniş bir kavram olmasına karşılık, genel olarak eğitim alanında veya özelde fen eğitimi alanında model denilince akla gelen; eğitsel analogik modellerdir. Eğitsel analogik modeller modellerin türlerinden olup, bir disiplinin öğretimi sırasında soyut kavramların somutlaştırılması ve öğrenciler için daha anlaşılır olması için kullanılan materyaller kastedilmektedir (Gülçiçek ve Güneş, 2004). Yiğit ve Özmen (2006) modelleri; gözle görülmeyecek kadar küçük veya algılanamayacak kadar büyük olan, çeşitli sebeplerle sınıf ortamına getirilemeyen kavram veya olguları temsil etmek için oluşturulmuş üç boyutlu materyaller olarak tanımlamaktadır. Fen bilimleri soyut ve karmaşık birçok kavramı veya süreci içermektedir. Dahası, fen bilimlerinde her geçen gün bilimsel araştırmalar sonucunda soyut veya karmaşık yeni bilgiler ve süreçler ortaya konulmaya devam etmektedir. Fen eğitimi açısından düşünüldüğünde, bu karmaşık ve soyut kavramların anlaşılması bakımından modeller büyük bir öneme sahiptir (Çevik, 2018). Fen eğitiminde modeller anlaşılması zor olan fen kavramlarının somutlaştırılması ve basit hale indirgenebilmesi için sıklıkla kullanılmaktadırlar (Pekmezci, 2017).

Modeller fen eğitiminin önemli bir öğretme ve öğrenme aracıdır (Harrison, 2001). Harrison (2001) eğitim ortamlarında eğitimcilerin modellere yer vermesinin en önemli sebeplerini; kolaylaştırmak, basitleştirmek, tanıdıklık ve ulaşılabilirlik olarak ifade etmiştir. Soyut kavramların, nesnelerin veya süreçlerin öğrencilerin gözünde daha kolay

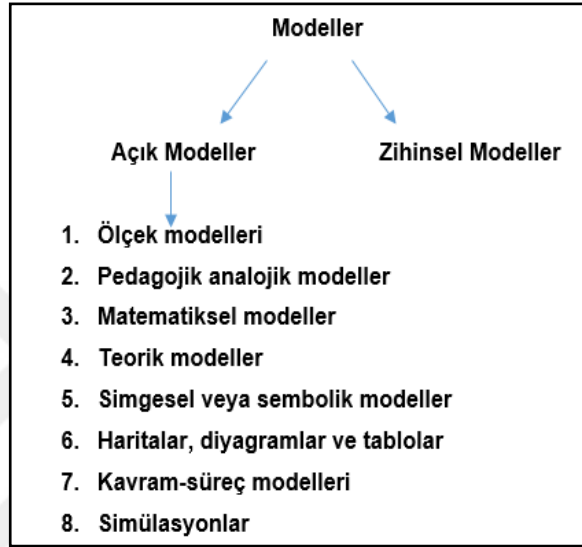
canlandırmalarını sağlayarak, öğrenilmesi zor kavram ve süreçlerin öğrenilmesini kolaylaştırır. Gerçek dünyada çoğu nesnenin yapısı karmaşık ve detaylı olduğu için, bu nesnelerin yapısının öğrencilere basitleştirilerek sunulmasını ve bu sayede anlaşılır olmasını sağlar. Öğrenilecek soyut kavram veya durumlar, öğrenci tarafından somut olarak görülebildiğinde, modeller sayesinde ulaşılabilir hale getirildiğinde, öğrencilerin bu kavramı anlamaları ve öğrenmeleri için harcayacakları zaman kısalmır. Karmaşık veya soyut bir gerçeğin, öğrencinin günlük hayattan çok iyi bildiği, tanıdığı nesnelere ve yapılara benzetilerek oluşturulmuş modellerle temsil edilmesi, öğrencilerin kendilerine tanıdık ve aşina gelen bu gerçeği daha kolay algılamalarını ve zihinlerinde yapılandırmalarını sağlar (Düşkün ve Ünal, 2015). Modeller öğretim sürecinin ihtiyaçlarına bağlı olarak somutlaştırmayı, anlamayı ve iletişimi geliştirerek bireyin bilimsel düşünme ve bilimsel çalışmasını saylamaya yardımcı önemli araçlardır (Cerit-Berber ve Güzel, 2009; Çevik, 2018; Harrison ve Treagust, 2000).

Modellerin öğretim sürecinde kullanılmasının yukarıdaki avantajlarından bahsedilebileceği gibi, bir takım dezavantajlarından da bahsedilebilir. Modeller kullanım amacının net olarak belirtilmediği durumlarda yüzeysel öğrenmelere neden olabilmektedir. Öğrenciler çoğu zaman öğretmenlerinin kullandıkları modelin görüntüsünden ve yüzeysel benzerliklerinden başka bir şey göremezler (Harrison ve Treagust, 2000). Bu nedenle eğitimcilerin bu hususa dikkat etmesi ve model ile temsil ettiği yapı arasındaki benzerlik ve farklılıkları mutlaka öğrencilerine belirtmesi gerekmektedir. Ancak bu sayede öğrenciler öğretmen tarafından kullanılan bir modelin temsil ettiği gerçeğin aynısı olmadığını, sadece bazı yönleriyle onu temsil ettiğinin farkına varabilirler. Bu nedenle öğretim sürecinde modellerin sınırlarının açık bir şekilde belirtilmesi gerekir (Coll ve Treagust, 2001). Modellerin sınırlarının tam olarak belirtilmemesi, öğrencilerde çeşitli kavram yanılgılarının oluşmasına da neden olabilmektedir.

Model kavramını daha iyi anlaşılabilmesi için, modeller için eğitimciler tarafından yapılan farklı sınıflandırmalara da bir göz atmak gerekir. Modeller için çok çeşitli sınıflandırmalar yapılmış olmasına karşılık, ilişkili literatürde en çok kabul gören ve benimsenen sınıflama Harrison ve Treagust (2000)'un çalışmasında ortaya konulmuştur. Onlar modelleri açık ve örtük modeller olarak sınıflandırmışlar, açık modelleri sekiz kategoride ele alırken örtük modelleri ise zihinsel modeller olarak tanımlamışlardır. (Harrison ve Treagust, 2000).

2. 1. 2. Modellerin Sınıflandırılması

Literatürde modellerin çeşitli eğitim araştırmacıları tarafından pek çok şekilde sınıflandırıldığı görülmektedir (Gödek, 2004; Güneş vd., 2004). Literatürde en çok karşılaşılan ve benimsenen sınıflama Harrison ve Treagust (2000) tarafından yapılmıştır. Harrison ve Treagust (2000) modellerin açıklanmasında açık modeller ile zihinsel modeller (örtük modeller) şeklinde bir sınıflandırma yapmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Harrison ve Treagust (2000)'un modeller için yapmış olduğu sınıflandırma

2. 1. 2. 1. Açık Modeller

Harrison ve Treagust (2000) tarafından yapılan sınıflandırmada açık modeller şu şekilde açıklanmıştır.

1. Ölçek modelleri: Ölçeklendirme modelleri gerçeğin belirli ölçülerde küçültülmüş yapılarıdır. Hayvan, bitki, araba, tekne ve binaların şekilleri, renkleri ve yapısal özelliklerini göstermekte kullanılan model türleridir. Ölçeklendirme modelleri daha çok dış görünüşü yansıtmaya odaklanmasına rağmen bazen de içyapıyı, işlevleri ve kullanımı yansıtmak amacıyla da oluşturulabilir.

2. Pedagojik analogik modeller: Gerçeği bazı yönleriyle yansıtan, öğretmenler tarafından derslerde sıklıkla bir bilimsel gerçeği açıklamak için kullanılan model türüdür. Örneğin; atom ve moleküller gibi gözlemlenemeyen varlıkları öğrenciler için ulaşılabilir yapmak amacıyla öğretmenlerin kullandıkları top çubuk modelleri bu türe örnektir.

3. Matematiksel modeller: Kavramsal ilişkiler için oluşturulan matematiksel eşitlikler ve grafikler bu tür modellerdir. Bu modellere Newton tarafından oluşturulan $F=m.a$ formülü verilebilir.

4. Teorik modeller: İnsanların oluşturdukları teorik temellere dayanan tanımlanmış ve yapılandırılmış modellerdir. Elektromanyetik alanı göstermek için oluşturan çizgiler ile fotonlar teorik modellere örnektir.

5. Simgesel veya sembolik modeller: Kimyasal formüllerde ve eşitliklerde kullanılan model türleridir. Örnek olarak demir elementini temsilen Fe simgesinin kullanılması ve CO_2 (karbon dioksit) gösterimi bu tür modellere örnek verilebilir.

6. Haritalar, diyagramlar ve tablolar: Öğrencilerin kolay bir şekilde zihinlerinde canlandırabildikleri, örnekler ve ilişkilerin temsil edildiği modellerdir. Bu modellere periyodik cetvel, soy ağacı, hava tahmin grafikleri, devre elemanları ve şemaları, besin zincirleri örnek gösterilebilir.

7. Kavram-süreç modelleri: Fende yer alan birçok kavramda olduğu gibi asit ve bazların tepkimeleri de bir süreç içerisinde gerçekleşmektedir ve bu süreçte meydana gelen değişimleride içerisine alan kavramlar kavram süreç modellerini oluşturmaktadır. Kimyasal denge ya da asit ve bazların tepkime modelleri kavram-süreç modellerine örnek olarak verilebilir.

8. Simülasyonlar: Karmaşık süreçleri temsil etmede kullanılan model türleridir. Örneğin; küresel ısınma, uçuşlar, nükleer reaksiyon, trafik kazası gibi.

2. 1. 2. 2. Zihinsel Modeller

Harrison ve Treagust (2000) tarafından yapılan sınıflamada diğer grup ise zihinsel modellerdir. Zihinsel model, öğrencilerin bilişsel faaliyetlerini sürdürdükleri esnada oluşturdukları zihinsel temsildir (Arslan, 2013; Çökelez ve Yalçın, 2012; Gilbert, 2004). Öğrenciler kendi çevrelerindeki dünyayı ve dünyada gerçekleşen olayları tasvir etmek için zihinsel modeller oluştururlar (Sözcü, 2015). Öğrenciler zihinsel modelleri sayesinde çevrelerini anlamlandırırılar. Zihinsel modeller zihinsel birer temsildir ve öğrenenler tarafından bilişsel işlemlerin sonucunda oluşturulur (H. Şahin, 2018). Kimyadaki birçok soyut kavram gibi atom ve atom ile ilgili kavramları anlayabilmeleri için öğrencilerin düşünerek, hayal ederek oluşturdukları işlevsel ve dinamik zihinsel modeller olmalıdır ve atomun şeklinden, elektronların hareketine kadar, atomda yer alan etkileşimler bu modellerle birlikte anlaşılabilir (Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş, 2007) .

Bilim insanları ve öğrenciler deneyimlerini açıklamak, yorumlamak ve fiziksel dünyayı anlamlandırmak için zihinsel temsilleri kullanarak zihinsel modellerini oluştururlar (Coll ve Treagust, 2001). Zihinsel model genel bir ifade ile hafızadaki bilginin kavramsal

düzenlemesidir (Sözcü, 2015). Bireyin hafızasındaki bilgileri zihinsel modellemeleri ile anlamaya çalışırız. Aynı zamanda zihinsel modeller iç temsillerdir ve öğrencilerin bilgileri, bu bilgileri zihinlerinde nasıl oluşturduğu, bilgi düzeyleri ve var olan kavram yanılgılarının açığa çıkmasını sağlar (Kayhan, 2010). Öğretimin sürecinin öncesinde ve sonrasında öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerin belirlenmesi, öğretim sürecindeki kavramsal değişimi incelemek ve değerlendirmek açısından oldukça önemlidir (Pekmezci, 2017).

Zihinsel modeller kişiye özgüdür ve kararsız bir yapıya sahiptirler. Bunun anlamı; zihinsel modellerin bireylerin yaşantıları, deneyimleri ve edindikleri yeni bilgiler sayesinde sürekli değişime uğramasıdır. Bireylerin kendi zihinlerinde oluşturdukları ve kendi yaşantılarında da kullandıkları modellerdir (F. Örnek, 2008; Khan, 2007). Bireyin bilgileri, inanışları ve deneyimleriyle sürekli yenilenebilir ve değişebilir. Bu kadar kişiye özgü olması sebebiyle de zihinsel modeller her zaman bilimsel bilgiler veya modeller ile uyumlu olmayabilir.

2. 1. 2. 3. Bilimsel Modeller

Bilim adamlarının çalışırken izlediği doğal süreçler ve sonucunda ortaya çıkan ürünler bilimsel modelleri oluşturmaktadır. Bilimsel modeller tarihsel gelişim içerisinde önemli bir yere sahiptir. Modeller bilimin ürünleri ve metotları olmakla birlikte bilimin en başta gelen öğrenme araçları olarak açıklanabilir (H. Şahin, 2018).

Bilimsel modeller; sistemleri açıklamak ve tahmin etmek için oluşturulan basitleştirilmiş temsillerdir. Bilimsel modellere Bohr modeli, maddenin parçacık modeli, ışık ışını modeli, su döngüsü modeli, besin ağı modeli örnek verilebilir (Schwarz vd., 2009). Akyol (2009) da yaptığı çalışmada bilimsel bir modelde bulunması gereken en önemli özellikleri;

- Bireyin zihninde yer edinerek işleme özelliğine sahip olması,
- Tanımladığı özelliklere sahip olması,
- Bir sorunla açığa çıkan konunun açıklanıp o sorunla ilgili bilgilerin açıklanması şeklinde ifade edilmesidir.

Bilimsel modeller bilimsel sürecin ve bu süreç içerisindeki değişimin kavranması ve bu değişimin niçin gerektiğinin anlaşılması açısından da önemli araçlardır. Bilimde aynı olayı açıklayan birden çok model yer alabilmektedir (Çelik, 2015). Dahası, bilimsel modeller elde edilen yeni bilimsel bilgiler, sistematik deneyler veya gözlemler yoluyla zamanla değişebilir. Bir model geçersiz olduğunda ya da bazı durumları açıklamada yetersiz kaldığında değişebilir ya da üzerine eklemeler yapılarak geliştirilebilir.

Bilimsel modellere örnek olarak atom ile ilgili modellere baktığımızda; ilk bilimsel sayılabilecek Dalton'un modelinde atomların katı küreler olarak ifade edildiği görülmektedir. Atomun yapısını açıklamada yetersiz kalmasından dolayı sonrasında atomun yapısı Thomson'un geliştirdiği atom modeli ile açıklanmaya çalışılmıştır. Thomson atom modelinde pozitif yüklerin içerisinde negatif yüklerin yer aldığı ve "Üzümlü Kek Modeli ya da Erikli Kek Modeli" olarak bilinen modeli geliştirmiştir. Bilimdeki gelişmeler beraberinde Thomson atom modelinin atomu açıklamada yetersiz kalmasına neden olmuştur. Rutherford'un yaptığı deneylerin sonucunda Rutherford atomda yer alan pozitif yüklerin atomun merkezinde yer aldığını belirtmiş ve bu merkezi de çekirdek olarak isimlendirmiştir. Rutherford atom modeli "Güneş Sistemi Modeli" olarak da bilinmektedir. Rutherford atom modelinin zamanla açıklamada yetersiz kaldığı noktalar olmuştur. Bohr, Rutherford atom modelinin eksiklerini giderecek atom modeli geliştirmiştir. Bohr atom modelinde elektronlar çekirdeğin çevresinde çekirdeğe belirli uzaklıkta bulunan katmanlarda döndüğünü ifade etmiştir. Günümüzde kabul gören atom modeli "elektron bulutu modeli" dir. Bu modelde çekirdekte proton ve nötronlar bulunur. Elektronlar çekirdeğin etrafında ve yerleri tam olarak bilinemediği için elektron bulutu olarak ifade edilen "Modern Atom Modeli" olarak da ifade edilmektedir.

Atom modellerinin gelişiminde anlaşılabilirliği, sınırlılıkları ve konuyu açıklayabilme derecesi, kendinden sonra yer alacak araştırmalar için büyük önem taşır. Bu özellikleri sayesinde bilimsel modeller, bilimsel araştırmaların istendik ürünü olması yanında kendinden sonra ortaya konacak modeller için de bir yol göstericisi niteliğindedir (Akyol, 2009).

2. 1. 3. Yapılandırmacı Yaklaşım

Bilgi nedir? Öğrenme nedir? Öğretme nedir? gibi soruların yanıtını bulmak ve açıklama yapmak için ortaya çıkmış ve zaman içerisinde bireyin sahip olduğu bilgiler ile yeni öğrenmeleri nasıl yapılandığı üzerine yoğunlaşmıştır (Özkan, 2001). Yapılandırmacı öğrenme kuramında öğrenciler; yaparak, yaşayarak ve kendi yaşantıları yolu ile ön bilgilerinde sürece dâhil ederek öğrenmeyi gerçekleştirirler. Yapılandırmacı yaklaşımın temelini; öğrenenin kendi bilgilerini yine kendisinin yapılandığı düşüncesi oluşturmaktadır (Arslan, 2013). Bireylerin bilgiyi nasıl öğrendikleriyle ilgili kuram şeklinde gelişme gösteren yapılandırmacı öğrenme, zaman içerisinde bireylerde bilginin nasıl yapılandıklarıyla ilgilenen yaklaşımı oluşturmuştur (H. Şahin, 2018).

Yapılandırmacı öğrenme kuramında öğrenci yeni öğrendiği bilgileri eskiden sahip olduğu bilgilerle karşılaştırıp zihninde yeniden şekillendirerek etrafında yer alan dünyaya

anlam yükler (Y. İ. Şahin, 2016). Yapılandırmacı öğrenme ortamının oluşturulduğu sınıflardaki öğrenciler kendileri için düzenlenen bilgileri pasif bir şekilde almazlar, öğrenciler kendi öğrenmelerinde ihtiyaçlarına ve bunları nasıl gidereceklerine karar vermede aktif olarak rol alırlar. Ayrıca öğrenci neyi öğrenmeye ihtiyacının olduğunu kendisi belirleyerek, kendi öğrenme etkinliklerinden sorumlu olmaktadır.

Öğrenciler yapılandırmacı öğrenme kuramına göre bir kavramı öğrenirken sahip oldukları ön bilgiler ve kavramlar ile yeni öğrendiği bilgiler ve kavramlar arasında anlamlı bir bağ kurup bilgiyi içselleştirirler. Böyle bir öğrenme ortamında öğretmen etkili bir rehber olarak görev yapar; öğrencilerin ilgi, ihtiyaç ve beklentilerini dikkate alıp öğrencileri için uygun ve elverişli öğrenme ortamları hazırlar. Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre düzenlenen sınıf ortamlarında farklı materyaller kullanılarak öğrencilerin süreçte aktif rol alması hedeflenir. Yapılandırmacı öğrenme ortamları içerisinde farklı yöntemler, teknikler ve materyallerin kullanılabilmesinden dolayı farklı türden öğrenme stillerine sahip öğrencilerin öğrenmeleri için de oldukça elverişli ortamlar oluşturulmuş olur. Yapılandırmacı öğrenme ortamına göre düzenlenen öğrenme ortamlarında öğrenci araştırmaya sevk edilir. Öğrenci kendisine verilen problemi çözmek ve araştırmak için öğretmenin rehberliğinde bazı etkinlikler yapar ve nihayetinde bazı sonuçlara ulaşır. Bu esnada öğrencinin kendi öğrenmesinden de sorumlu olması sağlanmış olur. Yandırmacı yaklaşımın benimsendiği sınıflarda yer alan öğrenciler geleneksel yöntemin kullanıldığı sınıflarda yer alan öğrencilerden daha çok sorumluluk alarak, öğrenme sürecinde daha etkin katılmakta ve işbirliği içinde sorunlara çözüm yolları oluşturmaya çalışmaktadır (Koç, 2006).

2. 1. 4. 5E Modeli

5E modeli, yapılandırmacı yaklaşımın Türkiye’de ve dünyada en çok benimsenen ve kullanılan uygulama biçimlerinden bir tanesidir. 5E modeli; Giriş (Enter/engage), Keşfetme (Exploration), Açıklama (Explanation), Derinleşme (Elaboration) ve Değerlendirme (Evaluation) basamaklarından oluşmaktadır.

5E’nin giriş aşamasında öğrencilerin dikkatlerinin çekilip ön bilgilerinin ortaya çıkarılması için öğretmen tarafından sorular sorulabilir, öğrencilerin merak duygusunu uyandıracak konu ile ilgili materyaller sunulabilir. Girme aşamasında sorulan soruların amacı öğrencilerin doğru cevabı söylemeleri değil, soruların ilişkili olduğu konu veya kavram üzerinde düşüncelerinin sağlanması, var olan bilgi ve deneyimlerini kullanmaları, bunları ifade etmeleri ve bu sayede de öğretmenin öğrencilerinin ön bilgilerini belirleyebilmesidir.

Keşfetme aşaması öğrencilerin en aktif olduğu aşamadır. Öğrencilerin birlikte çalışarak konu ile ilgili hipotezler kurup planlamalar yapması ve planlarını uygulaması

sağlandığından dolayı sürenin büyük bir bölümü bu aşamaya ayrılır. Keşfetme aşaması grupla veya bireysel olarak öğrencinin kendi bilgilerini denemesini ve deneyimler kazanmasını, bilgiyi keşfetmesini ve problemine çözüm yolları bulmasını sağlar. Öğretmenin bu aşamada hazırladığı öğrenme ortamını çok iyi planlaması gerekir ki öğrencinin işbirliği içerisinde olayı çözümlmek için farklı fikirler ve düşünceler geliştirmesini sağlasın. Bu aşamada farklı fikirler işbirliği içerisinde düşünülür ve paylaşılır, hipotezler kurulur ve denenir, deneyler yapılır ve sonuçları üzerinde tartışılır. Bu süreçte öğrencilerin modeller oluşturmalarına, uygulama, analiz ve sentez düzeyinde üst düzey bilişsel becerileri kullanılmasına imkân tanımaktadır.

Açıklama aşaması öğretmenin öğrencilerin ortaya koyduğu düşüncelerden eksik ve yanlış olanlarının doğru düşüncelerle yer değiştirmesine yardımcı olmak için gerekli açıklamayı yaptığı aşamadır. Öğretmen, öğrencilere sorular yönelterek öğrencilerin ulaştıkları sonuçlar ve yargılar hakkında tartışmalarını sağlar. Öğretmen bu yolla öğrencilere geribildirimde bulunur. Öğrencilerin yeni tanımlar, yeni yargılar oluşturmaları sağlanır. Bu sürecin uygulama aşamasında bilgisayar yazılımları, tartışmalar, düz anlatımlar ve video gösterimleri gibi farklı yöntemlerden faydalanılabilmektedir (Er-Nas, 2008).

Derinleştirme aşamasında öğrenciler sahip oldukları kavramsal anlamalarıyla yeni karşılaştıkları olayları ve problem durumlarını anlamaya ve çözmeye çalışır. Bu durum öğrencilerin yeni deneyimler kazanmasını ve yeni kavramları öğrenmesini sağlar. Öğrencilerin öğrendikleri yeni kavramları farklı olaylar ve yeni problemler üzerinde uygulamasına imkân tanır. Bu sayede yeni öğrendikleri kavramları günlük hayatla ilişkilendirmelerine imkân sağlanmış olur.

Değerlendirme aşamasında öğrencilerin süreç boyunca edindikleri bilgi ve becerilerinin değerlendirilmesi gerçekleşir. Öğrencilerin süreç boyunca gösterdikleri performanslar, kavramlar ve uygulamalar değerlendirilir. Aynı zamanda öğrencilerin eski bilgilerinin süreç boyunca öğrendikleri ile değiştirilip değiştirilmediğinin ortaya konduğu bir aşamadır. 5E modelinin son aşaması olan değerlendirme aşamasında öz değerlendirme, performans değerlendirmesi, rubrik ve alternatif ölçme değerlendirmeleri gibi farklı ölçme ve değerlendirme tekniklerine yer verilebilmektedir.

2. 1. 5. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

2. 1. 5. 1. Model ve Modellemelerle Fen Öğretimine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Modeller farklı konuların öğretilmesi sürecinde öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki somutlaştırıcı etkisinden dolayı fen öğretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Modellerle fen öğretimi ile ilgili birçok çalışma literatürde yer almaktadır.

Bu bölümde model ve modellemelerle fen öğretimini konu alan bazı bilimsel çalışmalar amaç, yöntem, örneklem, veri toplama araçları, sonuçlar ve öneriler başlıkları altında özetlenerek Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Model ve Modellemeler ile İlgili Fen Öğretiminde Yapılan Çalışmalar

Yazar ve Tarih	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları/Örneklem	Sonuçlar	Öneriler
Van Driel ve Verloop (1999)	Fen bilgisi modellerinin rolü ve doğasının vurgulandığı bir okul müfredatı projesi kapsamında deneyimli fen bilgisi öğretmenlerinin fen bilimlerinde modeller ile modellemeleri ilgili nasıl bir birikime sahip olduğunun belirlenmesi	Betimsel Araştırma Yöntemi	Anket ve Mülakat (Biyoloji öğretmenleri, Kimya öğretmenleri ve Fizik öğretmenleri, n=71)	Öğretmenlerin genel olarak aynı model tanımına sahip olmakla birlikte modellerin içeriği, model bilgisi, modellemenin sınırları ile ilgili öğretmenlerin çeşitli bilgilere sahip olduğu belirlenmiştir.	Öğretmenlerin öğretim esnasında somut materyaller (modeller) kullanımının sağlanması ve öğretim sürecinde kullanılacak olan modellerin öğrencilerin modelleme kabiliyetlerinin ve modellere ilişkin görüşlerinin dikkate alınarak tasarlanması gerekmektedir.
Justi ve Gilbert (2002a)	Modellerin fen öğretimindeki rolüyle ilgili öğretmenlerin görüşlerinin alınması ve algılarının belirlenmesi	Betimsel Araştırma Yöntemi	Yarı Yapılandırılmış Mülakat (Fen Öğretmeni n=30, Üniversite Kimya Öğretmeni, n=9)	Öğretmenlerin bilimin öğrenilmesinde modelin gerekliliğinin farkında olduğu ancak model ve modellemeler hakkında yeterince bilgiye sahip olmadıkları belirlenmiştir.	Modellemenin öneminden dolayı öğrenme ortamlarında öğrencilerin modelleri etkinlik olarak oluşturarak yapmaları önerilmektedir.
Treagust vd. (2002)	Ortaöğretim öğrencilerin bilimsel modellerle ilgili görüşlerini ölçecek bir veri toplama aracı geliştirmesi, değerlendirilmesi ve tartışılması	Tarama Yöntemi	(Ortaokul fen bilgisi öğrencisi, n=228)	Bilimsel modeller; “çoklu ve tam kopya olarak bilimsel modeller, açıklayıcı araçlar olan modeller, bilimsel modellerin nasıl kullanıldığı ve bilimsel modellerin değişen doğası” olduğu görülmektedir.	Öğretim faaliyetleri esnasında bilimsel modellerden ve bilimsel modellerin bilimdeki görevine daha fazla yer verilmesi gerekmektedir.

Tablo 1'in devamı

Chittleborough ve diğerleri (2005)	Öğrencilerin modeller ve modellemeler hakkında sahip olduğu bilgilerle modellerin öğrenimde oynadığı rolün yanı sıra bilimde modelleme ve modelleme konusundaki görüşlerinin incelenerek belirlenmesi	Tarama Yöntemi	8. Sınıf (13 yaş) Öğrencileri, n=275)	Önceki çalışmaların aksine, birçok öğrencinin, modellerin fen öğrenmelerindeki rolünün farkında olduğu ve öğrencilerin bilim modelindeki bilimsel modellerin rolünü anlamalarına ve öğretim için kullanılan modellerin, öğrencilerin modellerin öğrenme sürecindeki rolünü anlamalarına katkı sağladığı belirlenmiştir.	Modeller ve modellerin rolünü öğrenciler iyi kavrayamadığı nda öğrencilerin hatalı öğrenmelerine sebep olabilmektedir. Bu sebeple öğretim ortamlarında sıklıkla yer verilerek modeller ve modellerin doğası ile ilgili bilgi sahibi olmaları sağlanmalıdır.
Günbatar ve Sarı (2005)	Öğretmen ve öğrencilerin modellerle ilgili görüşlerinin belirlenmesi ve "Elektrik ve Manyetizma" konusu içerisindeki soyut ve anlaşılması zor kavramların öğretiminde model kullanılarak etkililiğinin araştırılması	Betimleme-İnceleme Yöntemi ve Yarı deneysel yöntem	Görüş Anketi (Fizik Öğretmenleri, n=27; ve Ortaöğretim Lise 1 öğrencileri, n=390), Başarı Testi (Lise 1 öğrencileri)	Öğretmenlerin modellerin yararına inandıkları, ancak derslerinde model kullanmayanların sayısının kullananlara göre daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Son testte deney grubunun puan ortalaması kontrol grubunun puan ortalamasına kıyasla yüksek olsa da bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.	Derslerde kullanılan modellerin, kavramdan daha anlaşılır olmasına özen gösterilmeli, kullanılan modellerin sınırlılıkları öğretmen tarafından bilinmelidir. Öğrencilere, modellerle çalışma fırsatı verilmelidir.
Cerit-Berber (2008)	Kavram değiştirme metinleri ile modelleri birlikte kullanmanın, öğrencilerin iş, güç, enerji konusundaki başarılarına ve fizik dersiyle ilişkili bazı belirlenmiş duyuşsal karakterlerine olan etkisinin araştırılması, geleneksel şekilde ders anlatma yöntemleri ile karşılaştırılması	Deneysel Araştırma Yöntemi	Kavram Başarı Testi (Lise 10. Sınıf Öğrencileri, n=105), Fizik dersi ile ilgili bazı seçilmiş duyuşsal karakteristiker ölçüğü, n=105)	Kavramsal değişim metinleri ve modellerin birlikte kullanıldığı sınıftaki öğrencilerin geleneksel öğretim yaklaşımının uygulandığı gruptaki öğrencilere kıyasla İş-güç-enerji konusunda daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Kavramsal değişim yaklaşımı ve modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin öğrencilerin fizik dersine olan ilgilerini ve dolayısıyla fizik dersine yönelik tutumlarını arttırdığı görülmüştür.	Öğrencilerin kavramları anlamalarını kolay hale getirmek için model ve benzetmelerin kullanılması önerilmiştir.

Tablo 1'in devamı

Gözmen (2008)	Mayoz Bölünme konusundaki öğrenci başarısına geleneksel öğretim metodunun ve modellerle öğretim metodunun etkisinin karşılaştırılması	Deneysel Araştırma Yöntemi	Başarı Testi (Lise 9. Sınıf Öğrencileri, n=97)	Modellerle öğretim metodunun kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin geleneksel öğretimin kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerine göre daha iyi öğrendiği, kavradığı ve daha başarılı olduğu belirlenmiştir.	Soyut olan canlılık olaylarının somutlaştırılmasının da modeller amacına uygun olarak kullanıldığında çok önemli öğrenme ve öğretme araçları olacaktır.
Köklü (2009)	Elektrikle ilgili konuların öğretimi esnasında "pedagojik-analojik" özellikteki modellerin kullanılmasının öğrenci başarısı üzerine etkisinin incelenmesi	Yarı Deneysel Yöntem	Başarı Testi (Ön Lisans 1. Sınıf Öğrencileri, n=185)	Pedagojik-analojik modeller ile öğretimin gerçekleştirdiği deney grubu öğrencilerinin, geleneksel yaklaşımlarla öğretimin yapıldığı kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.	Anlaşılması güç ya da soyut olan konuların öğretiminde pedagojik-analojik modellerden faydalanılmalı, diğer konuların öğretimine yönelik benzer uygulamalar ve çalışmalar yürütülmelidir.
Minaslı (2009)	Maddenin Yapısı ve Özellikleri" ünitesinin öğretiminde modellerin ve simülasyonların kullanılmasının öğrencilerin başarısına, kavram öğrenmesine ve hatırd tutmaya etkisinin araştırılması	Yarı Deneysel Yöntem	Bilimsel Başarı Testi ve Kavram Bilgisi Testi (7. Sınıf öğrencileri, n=64)	Öğretimde modeller ve simülasyonların kullanıldığı deney grubunun kontrol grubuna kıyasla son testte daha başarılı oldukları, öğretim sonrası yanılgılarını daha fazla düzelterip, öğrendikleri kavramları daha iyi hatırladıkları sonucuna ulaşılmıştır.	İlköğretim öğrencilerin çok büyük bir kısmı somut işlemler döneminde olduğundan soyut fen kavramlarını anlamakta ve öğrenmekte zorlanmaktadır.
Ünal-Çoban (2009)	Işık ünitesinde modellemeyle gerçekleştirilen öğretim sürecinin öğrencilerin kavramları anlama düzeyleri, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel bilgiyle ilgili anlayışları üzerine etkisinin incelenmesi	Yarı Deneysel Yöntem	Kavram Testi, Bilimsel Süreç Becerilerine, Bilimsel Bilgiye ve Bilimsel Bilginin Alanına Yönelik Görüş Ölçeği, (7. Sınıf Öğrencileri, n=65), Bilimsel Bilgi ve Bilimleme Alanına Yönelik Görüşme Formu (7. Sınıf Öğrencileri, n=5), Öğretmen Görüşme Formu	Modellemeye dayalı fen öğretiminin kavramsal anlamada artışa neden olduğu bilimsel süreç becerileri ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinin olumlu etkilenecek bimsel gerçeklikle ilgili anlayışlarının geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.	Fen ve Teknoloji programındaki diğer ünitelerin öğretiminde de modellemeye dayalı öğretim uygulanmalı ve etkililiği araştırılmalıdır. Modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin konuyla ilgili zihinsel modelleri üzerindeki etkisi izlenmelidir.

Tablo 1'in devamı

Bilal (2010)	Elektrik konularını modellemeyle öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarının, kavramsal anlamalarının ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarının üzerine etkilerini belirlenmesi	Yarı Deneysel Model (Eşitletmiş kontrol gruplu öntest-sontest araştırma modeli)	"Elektrik Başarı Testi, Elektrik Yazılı Sınavı, Elektrik Kavram Testi, Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları, Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlar Ölçeği" (Lisans 2. Sınıf Öğrencileri, n=41)	Fizikteki elektrik konularında modelleme yolu ile öğretimin akademik başarıda ve kavramsal anlamalar üzerinde olumlu etkilerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Bunun yanında deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarıyla, kavramsal anlamalarının ve epistemolojik inançlarının arasında anlamlı ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.	Modellemeyle öğretimin öğrencilerin elektrik konusundaki başarıları ve kavramsal anlama üzerindeki etkileri incelenmiş ve kullanılan yöntemlerin diğer konularda da uygulanabileceği önerilmiştir.
Demir-Okatan (2010)	Öğrencilerin fen belirlenmesi başarılarına modellendirme ve benzetmenin etkisini incelemek	Deneysel Yöntem	İlköğretim Öğrencileri Başarı Testi (n=39) Likert Tipi 5'li Derecelendirme Ölçeği Fen Bilimleri Öğretmeni (n=20)	Fen bilgisi öğretmenlerinin "model ve benzetme" yöntemlerine yatkın olduğu ve ders materyalleriyle modellerin karıştırıldığı belirlenmiştir. Ayrıca benzetmelerin anlatımda kullanılmasının öğrenmeyi kolaylaştırmakla birlikte öğretmenlerin modellendirme konusunda yeterince bilgi sahibi olması gerektiği belirlenmiştir.	Fen bilimleri dersinin anlatımı esnasında benzetme kullanımının öğrenmeyi kolaylaştırdığı tespit edilmekle birlikte uygulayıcıların modellendirme konusunda yeterince bilgi sahibi olması gerektiği belirtilmiştir.
G. Örnek (2010)	Lise 2..sınıf biyoloji dersinde okutulan "Mitoz Bölünme" konusunun öğretilmesi esnasında genel olarak tercih edilen düz anlatım yönteminin mi; yoksa modellerin kullanılması ile yapılan öğretimin mi, öğrenmede daha etkili olduğunun belirlenmesi	Deneysel Araştırma Modeli	Biyoloji Başarı Testi, Lise 10. Sınıf Öğrencileri (n=51)	Modelle öğretim yöntemiyle konunun işlendiği gruptaki öğrencilerin başarılarında istatistiksel olarak anlamlı bir artışla birlikte konuların öğrenilmesinde dikkate değer bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Konunun işlenişinde modellerin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin mitoz bölünme konusunu kontrol grubuna göre daha iyi kavradıkları tespit edilmiştir.	Modeller kavram yanılığını gidermede ve anlamlı öğrenmede etkin öğretim materyalleridir. Bu nedenle konularının büyükbölümünün soyut olduğu biyoloji dersinde sıklıkla kullanılması gerekmektedir. Modellerin hitap ettiği duyu organı sayısı arttıkça öğrenme de o derece etkili olacaktır.

Tablo 1'in devamı

Akıllı (2011)	3D bilgisayar modellerinin Modern Fizik Dersi "Atomun Yapısı" ünitesinin Fen Bilgisi Eğitimi alan üniversite 2. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, üç boyutlu düşünme, uzamsal canlandırma yeteneklerinin artması ve zihinsel modellerindeki gelişime olan etkisinin araştırılması	Yarı Deneysel Yöntem	"Akademik Başarı Testi, Zihinsel Model Testi, Uzamsal Canlandırma Testi, 3D Bilgisayar Modelleri için Görüş Ölçeği, (Lisans 2.Sınıf Öğrencileri (Fen Bilgisi Anabilim Dalı), n=67)	3D bilgisayar modelleri kullanılarak gerçekleştirilen öğretim faaliyetinin, öğrencilerde akademik başarıyı arttırdığı, zihinsel modelleri geliştirerek üç boyutlu düşünmeyi ve uzamsal canlandırmayı gerçekleştirebilme yeteneklerini arttığı tespit edilmiştir.	Öğretim ortamlarında kullanılan modellerin; akademik başarıyı arttırmadaki, zihinsel modelleri geliştirmedeki ve uzamsal canlandırma yeteneklerini geliştirmedeki olumlu etkisinden dolayı soyut konuların öğretiminde modeller somutlaştırıcı yöntemler olarak kullanılmalıdır.
Ulusoy (2011)	Ortaöğretim öğrencilerinin farklı öğretim yöntemleri ve stratejilerinin yer aldığı öğrenme ortamlarında kimya dersine yönelik başarı, tutum, cinsiyet, hatırlama düzeylerinde ve kavramsal anlamalarında meydana gelen etkinin incelenmesi	"Deneme Modeli" (ön test-son test kontrol gruplu)	Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi, Kimya Tutum Ölçeği, Kimyasal Bağlar Başarı Testi, Kimyasal Bağlar Kavram Testi, (Lise 12. Sınıf Öğrencileri, n=75)	Bilgisayar Destekli ve Modellerle öğretim uygulamalarının gerçekleştirildiği öğrenme ortamlarında bulunan öğrencilerin akademik başarılarının ve hatırlama düzeylerinin, geleneksel öğretim uygulaması ile öğretim gerçekleştiren gruba göre anlamlı bir şekilde farklılaştığı belirlenmiştir.	Kimyasal Bağlar konusuyla ilgili hazırlanıp uygulanan modeller gibi kimyadaki diğer konularda da modeller geliştirilerek uygulanması önerilmektedir.
Burkaz (2012)	"Hayatımızı Kolaylaştıran Makineler" konusunun kazanımları dikkate alınarak ön hazırlıklı üç boyutlu model sunumunun ve 5E öğretim modeline uygun yürütülen etkinliklerin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal gelişimleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi	Yarı Deneysel Desen (ön test-son test kontrol gruplu)	Başarı Testi, Yarı Yapılandırılmış Mülakatlar, Çalışma Yaprakları (İlköğretim 7. Sınıf Öğrencileri, n=50)	Öğrencilerin ön hazırlıklı geliştirdikleri modeller ve gerçekleştirilen öğretim uygulamalarının deney grubundaki öğrencilerin başarılarını kontrol grubundaki öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla arttırdığı belirlenmiştir. Uygulama öncesinde var olan alternatif fikirlerin uygulama sonrasında deney grubunda daha fazla giderildiği görülmüştür.	Üç boyutlu modellerin Fen ve Teknoloji derslerinin özellikle soyut konularında uygulanarak öğrenmenin önündeki güçlüklerin giderilebileceği ve hazır materyaller kullanmanın yerine öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerine fırsat sunan üç boyutlu modellerin öğrencilere yaptırılması gerektiği önerilmektedir.

Tablo 1'in devamı

Arslan (2013)	Fen ve Teknoloji dersindeki "Madde ve Isı" ünitesinin Modellemeye Dayalı Öğretim yöntemiyle işlenmesinin; İlköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin anlamaları, yaratıcılıkları, hatırd tutma düzeyleri ve zihinsel modelleri üzerindeki etkisinin incelemesi	Karma Yaklaşım "Nicel (ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen), Nitel (olgubilim deseni)"	Madde ve Isı Ünitesi Anlama Düzeyi Testi, Zihinsel Modellere İlişkin Görüşme Formu, Torrance Yaratıcılık Testi, (6. Sınıf Öğrencileri, n=58)	Anlamayla hatırd tutma düzeyleri açısından deney grubu ile kontrol grubu arasında bir fark olmadığı, yaratıcılık düzeyleri açısından ise deney grubu öğrencilerinin daha yüksek yaratıcılığa sahip olduğu belirlenmiştir. Modellemeye dayalı olarak gerçekleştirilen öğretim yönteminin öğrencilerdeki zihinsel modellerin oluşumunu olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.	Modellemeyle öğretim yöntemiyle ilgili araştırmalar farklı sınıf düzeylerinde ve farklı konu alanlarında sürdürülmelidir.
Ünal-Çoban ve Ergin (2013)	Öğrencilerin bilgilerini yapılandırdığı süreçte bilim adamları tarafından oluşturulan modellerden yararlanmalarını bu sayede de bilimsel bilginin önemi, değeri, nerelerde ve nasıl kullanılacağı, kimler ve neleri ilgilendireceğinin farkında olmalarının sağlanması	Yarı Deneysel Araştırma Modeli	Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüş Ölçeği (İlköğretim 7. Sınıf Öğrencileri, n=65) Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüşme Formu (İlköğretim 7. Sınıf Öğrencileri, n=5)	Bilimin amacını, bilimsel çalışmalarını, bilimsel bilgiyi ve bu bilginin gerekçelendirilmesiyle ilgili konularda modelleme yoluyla öğretimin yapılandırmacı programlarla izlenen ve içinde birden çok yöntem ve tekniğin yer aldığı öğretime göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.	Fen ve Teknoloji Programında yer alan diğer üniteler konularında modellemeye dayalı öğretim planlarının ve uygulamalarının yapılmasının daha genel sonuçlara ulaşmayı sağlayacaktır.
Akıllı ve Seven (2014)	3D (üç boyutlu) bilgisayar modellerinin "Atomun Yapısı" ünitesi çerçevesinde Fen Bilgisi Eğitimi 2. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, üç boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırabilme yeteneklerinin artmasına etkisinin araştırılması	Yarı Deneysel Yöntem (eşit olmayan gruplar ön test-son test kontrol gruplu desen)	"Akademik Başarı Testi, Uzamsal Canlandırma Testi" (Lisans 2. Sınıf Öğrencileri, n=67)	3D bilgisayar modellerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilen öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarılarının, üç boyutlu düşünebilmelerinin ve uzamsal canlandırma yeteneklerinin arttırdığı tespit edilmiştir.	Soyut konular öğretilirken kavramların somutlaştırılması ve somutlaştırma esnasında da farklı yöntemlerden (simülasyon, animasyon ve gerçek model) yararlanılması gerekmektedir.

Tablo 1'in devamı

Batı (2014)	"Modellemeye Dayalı Fen Eğitimi Programının (MDFEP)", ilköğretimdeki öğrencilerin bilimin doğasına yönelik görüşleri ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi	Karma Yöntemin Eşzamanlı Üçgenleme Deseni, Yarı Deneysel Yöntemin Ön Test Son Test Kontrol Gruplu Deseni ile Gözlemsel Durum Çalışması	"Cornell Koşullu Sorgulama Testi, Bilimin Doğası Görüşleri Testi, Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler, Gözlem ve Doküman İncelemesi" (İlköğretim 7. Sınıf Öğrencileri, n=114)	MDFEP'nin öğrencilerin anlamlı öğrenmesini desteklerken aynı zamanda öğrencilerin sürece etkin katılarak kalıcı öğrenmelerini sağlamakla birlikte öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini geliştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca etkili bir model – tabanlı fen eğitimi programının özelliklerinin neler olması gerektiğine ilişkin öneriler sunulmuştur.	Model-tabanlı fen eğitiminin farklı öğrenme alanlarında ve farklı ünitelerde de yaygınlaştırılması anlamlı öğrenmeye katkı sunacaktır.
Çelik (2015)	Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modellerle ilgili sahip oldukları anlayışların tespit edilmesi	Betimsel Analiz Yöntemi	Öğrencilerin Bilimsel Modeller Anlayışı Testi (Birinci Sınıf Fen Bilgisi Öğretmen Adayı, n=91)	Fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bilimsel modellerle ilgili yeterli anlayışa sahip oldukları belirlenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının çoğunlukla literatürdeki sonuçların aksine, bilimsel modellerin gerçeğin tamamen kopyası olmadığını düşündüğü belirlenmiştir.	Bilimsel modellerin doğasının açıkça ifade edilmesiyle gerçekleştirilen derslerin öğrencilerin modellerin doğasıyla ilgili anlayışları ve akademik başarıları üzerine etkileri incelenmelidir.
Ekiz (2015)	Modellerin sindirimi oluşturan yapı, organ ve sağlıklı konularında oluşan kavram yanlışlıklarını ve bilgi eksikliklerini gidermedeki etkisinin araştırılması	Eylem (öğretmen) Araştırması Yöntemi	Sindirim Sistemi Testi, Anket Metodu (7. Sınıf Öğrencileri, n= 30)	Model ve etkinliklerle hazırlanan öğretim yönteminin, bilgi eksikliklerinin ve kavram yanlışlıklarının giderilmesi üzerinde etkili olmakla birlikte fen ve teknoloji dersine karşı tutumlarının ve bireysel gelişimlerinin olumlu yönde geliştiği tespit edilmiştir.	Model ve etkinliklerle hazırlanan öğretim sürecinde öğrencilere hazırlanan materyallerle ilgili geri dönüt ve düzeltmelerin verilmesinin öğretimin etkililiğini artıracaktır.
Yetim (2015)	Farklı eğitim düzeylerinde öğrenim gören öğrenciler ve öğretmen adaylarının modellere ilişkin görüşlerinin eğitim düzeyleriyle ilişkisinin belirlenmesi.	Betimsel Araştırma Yöntemi (Karşılaştırmalı Araştırma Yöntemi)	Bilimdeki Modeller ve Modellemeye İlgili Düşünceler Anketi (6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencileri, n=223, 9., 10., 11. ve 12. Sınıf Öğrencileri, n=264, Lisans 1., 2., 3. ve 4. Sınıf n=1019)	Eğitim düzeyleri farklı olan öğrenciler ile öğretmen adayları arasında modeller ve modelleme hakkındaki düşünceleri arasında istatistik olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır.	Öğretim elemanlarıyla ortaokullarda ve lisede görev alan öğretmenlerin, derslerinde modelleri etkin biçimde kullanmalarını, modelleri kullanırken de gerçeğin temsili olduğu ve gerçeği tam anlamıyla yansıtamayacağı vurgusunu iyi yapmalıdır.

Tablo 1'in devamı

Demirçalı (2016)	Modellemeye dayalı etkinliklerle yürütülen 7. sınıf Fen ve Teknoloji Dersi "Güneş sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi" ünitesinin öğrencilerin, akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve zihinsel modellerinin gelişimine etkisini araştırmak	Yarı Deneysel Model (Eşitlenmiş deney-kontrol gruplu ön test - son test" Araştırma Modeli)	Başarı Testi, Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği ve Zihinsel Modelleri Değerlendirme Ölçeği (7. Sınıf Öğrencileri, n=48)	Modellerin yer aldığı öğretimin öğrencilerin zihinsel modellerinde bilimsel olarak daha fazla gelişme oluşturduğu gözlenmiştir. Modelleme yoluyla gerçekleştirilen öğretimin, öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve zihinsel modellerinde olumlu yönde gelişmeye katkıda bulunduğu belirlenmiştir.	Araştırmada modellemeye dayalı öğretimin temel astronomi konularındaki başarıları, bilimsel süreç becerileri ve zihinsel model gelişimleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve araştırmada kullanılan yöntemin diğer konulardaki etkilerinin belirlenmesi için yöntem farklı konular da da uygulanmalıdır.
K. V. Özcan (2016)	Tıbbi Biyokimya dersinin 3 boyutlu pedagojik modeller yardımı ile sunulmasının; öğrencilerin akademik yönden başarıları, uzamsal becerileri, derse karşı tutumları ve dersin kalıcılığına etkisi olup olmadığının araştırılması	Karma Araştırma Yöntemi (Yakınsayan Paralel Desen)	Akademik Başarı Testi, Uzamsal Beceri Testleri, Tutum Ölçeği (Lisans 1. Sınıf, n=60)	Modellerle gerçekleştirilen derslerin öğrencilerin akademik başarı testi, uzamsal görselleştirme testi ve tutum ölçeği puanlarında anlamlı farklılık görüldüğü belirlenmiştir. Motivasyon puanlarının kontrol grubu öğrencilerinin motivasyon puanlarından anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptanmış ve 2 ay sonra yapılan geciktirilmiş son testin de deney grubunun lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.	Özellikle soyut konuların yer aldığı farklı derslerin 3 boyutlu modellerle desteklendiğinde öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal becerilerine katkı sağlayacaktır.
Zorlu (2016)	"Madde ve Isı" ve "Maddenin Yapısı ve Özellikleri" konularının öğretiminde birlikte öğrenme ve grup araştırması yöntemiyle desteklenen modellemeyle öğretim yöntemine dayalı etkinliklerin öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi	Karma Araştırma Yöntemlerinden Çeşitleme Araştırma Yöntemi	Ön Bilgi, Akademik Başarı ve Bilimsel Beceri Testleri, Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Ölçeği, Görüşme Formları, Odak Grup Görüşmeleri (6. ve 7. Sınıf Öğrencileri, n= 200)	Altıncı ve yedinci sınıflarda işbirlikli ve modellemeye dayalı etkinliklerle gerçekleştirilen uygulamaların işbirlikli öğrenme modeline göre daha kaliteli öğrenme ortamlarının oluşmasına katkı sağladığı görülmüştür.	Modellemeye dayalı öğretimin kavramların öğretilmesinde oldukça etkili olmasından dolayı özellikle seviyesi düşük olan öğrencilere uygulanmalıdır.

Tablo 1'in devamı

Bilge ve Bahçeci (2017)	Ortaokul 7. sınıftaki öğrencilerin atom ve molekül konularıyla ilgili zihinsel modeller oluştururken izledikleri yolların belirlenmesi	Özel Durum Yöntemi	Klinik Mülakat, Yapılandırılmış Gözlem Formu ve Video Kaydı (7. Sınıf Öğrencileri, n= 25)	Öğrencilerin zihinsel modellerini oluştururken en çok tercih ettikleri yardımcı kaynağın grup arkadaşları olduğu tespit edilmiştir. Modeli oluşturan malzemelerdeki fiziksel yapıdan renk unsurunun ön planda görünmesi öğrenciler tarafından atom ve yapısının renkli olabileceği düşüncesine hatta atomun yapısındaki proton, nötron ve elektronun farklı renklerde olduğu yanlışlığına sahip olmalarına neden olduğu tespit edilmiştir.	Öğrencilerin zihinsel modellerine uygun üç boyutlu model çalışmalarının daha fazla yapılmasının sağlanması, ayrıca onların üzerinde çalışacakları konuya uygun malzemeleri seçebilmeleri için laboratuvar koşullarında gerekli önlemlerin alınarak çoğu malzemenin yapısını tanımlarına fırsat verilmesi gerekmektedir.
Çevik (2018)	11. sınıf öğrencilerinin modellerle öğretim sürecinin sonunda gazlar ünitesindeki akademik başarıları ve kimya dersine yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması	Yarı Deneysel Yöntem	Gazlar Başarı Testi ve Kimya Dersi Tutum Ölçeği (11. Sınıf Öğrencileri, n=62)	Modellerle öğretim sürecinin, öğrencilerin Gazlar ünitesiyle ilgili akademik başarılarının, kontrol grubundaki öğretime göre daha fazla geliştiği, ayrıca modellerle öğretimin uygulandığı deney grubu ve derslerin işlenişine müdahale edilmeyen kontrol grubu öğrencilerinin kimya dersine yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür.	Modellerle öğretimin başarıya olumlu etkisinden dolayı fen konularının öğretiminde modellerin kullanıldığı öğretim süreçlerinin planlanması ve farklı konular için etkililiğinin araştırılması önerilmektedir.
Kaya (2018)	Ortaöğretim seviyesinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin atom kavramını anlama düzeylerinin belirlenmesi	Örnek Olay Yöntemi	Test (12. sınıf Öğrencileri, n=271), Mülakat (12. sınıf Öğrencileri, n=10)	Ortaöğretimdeki öğrencilerin atom kavramını anlama seviyeleri yüksek olmasına rağmen, çoğu öğrencinin atomun yapısını kısmen anladıkları ve her iki durumda da bazı yanlış anlamalara sahip olduğu tespit edilmiştir.	Öğrencilerin atom kavramını kısmen anlamaları ve atomun yapısı konusunda da yeterli bilgiye sahip olmama nedenleri araştırılarak, giderilmesi için tedbirler alınmalı.
Zeytinli-Ünal (2018)	"Canlılar ve Enerji İlişkileri" ünitesinin modeller kullanarak gerçekleştirilecek öğretimin sürecinin öğrencilerin akademik başarıları ve tutuma etkisi	Yarı Deneysel Araştırma Yöntemi	Canlılar ve Enerji İlişkileri Başarı Testi, Fen Bilgisi Tutum Ölçeği, (8. Sınıf Öğrencileri, n=43)	Soyut ve anlaşılması zor kavramların yer aldığı "Canlılar ve Enerji İlişkileri" ünitesinin öğretimi esnasında kullanılan modellerin öğrencilerin akademik başarılarının artırılmasında etkili olduğu görülmüştür.	Modellerin yer aldığı öğretim süreçlerinin geliştirilmesiyle birlikte soyut kavramların yer aldığı konularda öğrencilerin anlama düzeyleri ve başarıları artacaktır.

Tablo 1'in devamı

Bülbül (2019)	Ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleri öncesinde sahip olmaları gereken becerilerin belirlenmesi, belirlenen bu becerilerin geliştirilmesine yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin tasarlanması ve bu etkinliklerin etkililiğinin değerlendirilmesi	Nitel Desen, Tasarım Tabanlı Araştırma Deseni ve Nicel Desen	Mülakatlar, Alan Notları ve Dereceli Puanlama Anahtarı (5. Sınıf Öğrencileri, n=27, 6. Sınıf Öğrencileri, n=22 ve 7. Sınıf Öğrencileri, n=18)	Öğrencilerin uygulama sonunda sahip olduğu modelleme becerilerinin başlangıçta sahip olduğu modelleme becerilerine göre geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu kapsamda öğrencilerin en çok uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve uzamsal rotasyon becerilerinin geliştiği gözlenmiştir.	Fen eğitimi derslerinde yer alan soyut konuların öğretiminin daha etkili ve kalıcı olması, öğrencilerin bir bilim insanı gibi düşünmelerinin sağlanması, fen derslerinden zevk alması ve öğrencilerin derslerde aktif katılımı için araştırmada geliştirilen bilgisayar tabanlı etkinlikler derslerde kullanılmalıdır.
---------------	--	--	---	---	--

Tablo 1'e bakıldığında model ve modellemelerle ilgili fen öğretiminde yapılan çalışmaların bir bölümü yer almaktadır. Bu çalışmaların farklı konularda ve farklı öğrenim seviyelerinde gerçekleştirilmiş olduğu görülmektedir.

Model veya modellemeye dayalı öğretime ilişkin Tablo 1'de yer alan çalışmalar amaçları açısından incelendiğinde; en çok modellerle öğretimin akademik başarıya etkisini belirlemeyi amaçlayan çalışmalar olduğu görülmektedir (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; Bilal, 2010; Burkaz, 2012; Çevik, 2018; Demirçalı, 2016; Demir-Okatan, 2010; G. Örnek, 2010; Gözmen, 2008; Günbatır ve Sarı, 2005; Köklü, 2009; Minaslı, 2009; K. V. Özcan, 2016; Ulusoy, 2011; Zeytinli-Ünal, 2018; Zorlu, 2016). Bunun dışında öğretim sürecinin öğrencilerin seçilen kavrama ilişkin kavramsal anlama düzeyleri üzerine etkisini (Cerit-Berber, 2008; Bilal, 2010; Burkaz, 2012; Kaya, 2018; Minaslı, 2009; Ulusoy, 2011; Ünal-Çoban, 2009) ve bilginin kalıcılığı üzerine etkisini (Arslan, 2013; Minaslı, 2009; K. V. Özcan, 2016; Ulusoy, 2011) belirlemeyi amaçlayan çalışmalarında bulunduğu görülmektedir. Bunların yanı sıra az sayıda da olsa bazı çalışmalarda modellerle öğretimin öğrencilerin bilimsel bilginin doğası anlayışları (Batı, 2014; Bilal, 2010; Çelik, 2015), bilimsel süreç becerileri (Ünal-Çoban, 2009; Demirçalı, 2016), bilimsel bilginin varlık anlayışına dair görüşlerine (Ünal-Çoban, 2009), bazı belirlenmiş duyuşsal özelliklerine (Cerit-Berber, 2008) seçilen konudaki zihinsel modelleri ve gelişimi (Akıllı, 2011; Arslan, 2013; Batı, 2014; Bilge ve Bahçeci, 2017; Demirçalı, 2016), üç boyutlu düşünme ve uzamsal canlandırabilme becerileri (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; K. V. Özcan, 2016) üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bazı çalışmalarda modellerle gerçekleştirilen öğretim ile

geleneksel yolla gerçekleştirilen öğretimin etkililikleri birbiriyle karşılaştırılmıştır (Cerit-Berber, 2008; G. Örnek, 2010; Gözmen, 2008; Köklü, 2009; Ulusoy, 2011). Ayrıca bazı çalışmalarda modellerle öğretimin fen bilimleri dersine karşı olan tutuma etkisi (Çevik, 2018; Ulusoy, 2011; K. V. Özcan, 2016; Zeytinli-Ünal, 2018) araştırılmış olup, sadece bir çalışmada modellerle öğretimin öğrencilerin yaratıcılığına (Arslan, 2013) etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca incelenen çalışmalarda katılımcıların bilimsel modellerle ilgili sahip oldukları anlayışları tespit etmeyi amaçlayan iki çalışma (Çelik, 2015; Yetim, 2015) olduğu görülmüştür. İncelenen çalışmalarda ayrıca kavram yanılgılarının ve bilgi eksikliklerinin giderilmesinde modellerin etkisini belirlemeyi amaçlayan (Ekiz, 2015) ve modelleme etkinlikleri öncesinde öğrencilerin sahip olmaları gereken becerileri belirleyip bu becerilerin geliştirilmesinde bilgisayar tabanlı etkinliklerin etkililiğini belirlemeyi amaçlayan (Bülbül, 2019) birer çalışmaya rastlanılmıştır.

Model veya modellemeye dayalı fen öğretimine ilişkin Tablo 1’de yer alan çalışmalar yöntemleri açısından incelendiğinde; deneysel araştırma yönteminin (Cerit-Berber, 2008; Gözmen, 2008), yarı deneysel araştırma yönteminin (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; Bilal, 2010; Burkaz, 2012; Çevik, 2018; G. Örnek, 2010; Köklü, 2009; Minaslı, 2009; Ulusoy, 2011; Ünal-Çoban, 2009; Ünal-Çoban ve Ergin, 2013; Zeytinli-Ünal, 2018), eşitlenmemiş deneysel araştırma modelinin (Demirçalı, 2016), betimsel araştırma yönteminin (Çelik, 2015; Günbatar ve Sarı, 2005; Justi ve Gilbert, 2002a; Van Driel ve Verloop, 1999; Yetim, 2015), karma yaklaşımın (Arslan, 2013; Batı, 2014, K. V. Özcan, 2016), eylem araştırması yönteminin (Ekiz, 2015), çeşitleme araştırma yönteminin (Zorlu, 2016), özel durum yönteminin (Bilge ve Bahçeci, 2017) ve örnek olay yönteminin (Kaya, 2018) kullanıldığını görmekteyiz. Çalışmalarda model ve modellemelerin öğrenci başarısı üzerindeki etkililiğinin araştırıldığı çalışmalarda büyük oranda yarı deneysel yöntemin kullanıldığını görülmektedir.

Model veya modellemeye dayalı öğretime ilişkin Tablo 1’de yer alan çalışmalar örneklem grupları açısından incelendiğinde farklı yaş grupları üzerinde çalışmaların gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Ortaokul öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Arslan, 2013; Bilge ve Bahçeci, 2017; Burkaz, 2012; Bülbül, 2019; Demirçalı, 2016; Ekiz, 2015; Minaslı, 2009; Treagust vd., 2002; Ünal-Çoban, 2009; Ünal-Çoban ve Ergin, 2013; Zeytinli-Ünal, 2018; Zorlu, 2016), lise öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Cerit-Berber, 2008, Çevik, 2018; G. Örnek, 2010; Gözmen, 2008; Kaya, 2018; Ulusoy, 2011), önlisans öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği bir çalışma (Köklü, 2009), lisans öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; Bilal, 2010; Çelik, 2015; K. V. Özcan, 2016), öğretmenlerin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Justi ve Gilbert, 2002a; Van Driel ve Verloop, 1999) öğretmen ve ortaöğretim öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği bir çalışma (Günbatar ve Sarı,

2005), öğretmen ve ortaokul öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği bir çalışma (Batı, 2014), öğretmen ve ilköğretim öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışma (Demir-Okatan, 2010), ortaokul, lise ve lisans öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği bir çalışma (Yetim, 2015) olduğu görülmektedir. Modellerle öğretim üzerine bu araştırmada incelenen çalışmalarda örneklem olarak büyük oranda ortaokul öğrencilerinin yer aldığı, sonrasında ise ortaöğretim öğrencileri ile çalışıldığı görülmektedir.

Model veya modellemeye dayalı öğretime ilişkin Tablo 1'de yer alan çalışmalar veri toplama araçları açısından incelendiğinde farklı veri toplama araçlarının yer aldığı çalışmalar görülmektedir. Veri toplama aracı olarak başarı testinin yer aldığı çalışmalar (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; Cerit-Berber, 2008; Bilal, 2010; Çevik, 2018; Demirçalı, 2016; Demir-Okatan, 2010; G. Örnek, 2010; Günbatar ve Sarı, 2005; Gözmen, 2008, Kaya, 2018; Köklü, 2009; K. V. Özcan, 2016; Minaslı, 2009; Ulusoy, 2011; Zeytinli-Ünal, 2018; Zorlu, 2016), anket uygulamasının yer aldığı çalışmalar (Demir-Okatan, 2010; Ekiz, 2015; Günbatar ve Sarı, 2005; Van Driel ve Verloop, 1999; Yetim, 2015), mülakatların yer aldığı çalışmalar (Akıllı, 2011; Arslan, 2013; Batı, 2014; Bilal, 2010; Bilge ve Bahçeci, 2017; Burkaz, 2012; Bülbül, 2019; Justi ve Gilbert, 2002a; Kaya, 2018; Ünal-Çoban, 2009; Ünal-Çoban ve Ergin, 2013; Van Driel ve Verloop, 1999; Zorlu, 2016), zihinsel model testinin yer aldığı çalışmalar (Akıllı, 2011; Demirçalı, 2016; Ünal-Çoban, 2009), uzamsal canlandırma testinin yer aldığı çalışmalar (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; K. V. Özcan, 2016), kavramsal düzey belirleme testinin yer aldığı çalışmalar (Ünal-Çoban, 2009, Ulusoy, 2011), bilimsel süreç belirleme ölçeğinin yer aldığı çalışmalar (Demirçalı, 2016; Ünal-Çoban, 2009; Zorlu, 2016), kavrama testinin yer aldığı çalışmalar (Bilal, 2010; Ekiz, 2015; Minaslı, 2009), bilimsel bilginin doğasına yönelik inançların belirlenmesine yönelik ölçeğin yer aldığı çalışmalar (Batı, 2014; Bilal, 2010), bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeğinin yer aldığı çalışma (Ünal-Çoban ve Ergin, 2013), mantıksal düşünme yeteneği testinin yer aldığı çalışma (Ulusoy, 2011), derse karşı tutum ölçeğinin yer aldığı çalışmalar (Çevik, 2018; K. V. Özcan, 2016; Ulusoy, 2011; Zeytinli-Ünal, 2018), çalışma yaprağının yer aldığı çalışma (Bilge ve Bahçeci, 2017; Burkaz, 2012), yaratıcılık testinin yer aldığı çalışma (Arslan, 2013), gözlemin yer aldığı çalışma (Batı, 2014) ve doküman incelemesinin yer aldığı çalışma (Batı, 2014), bilimsel model anlayış testinin yer aldığı çalışma (Çelik, 2015), video kaydının yer aldığı çalışma (Bilge ve Bahçeci, 2017), alan notları ve dereceli puanlama anahtarının yer aldığı çalışma (Bülbül, 2019) şeklindedir. İncelenen çalışmalar içerisinde çoğunlukla modellerle öğretimin başarıya etkisinin belirlemeye çalışıldığı ve buna uyumlu şekilde bu çalışmalarda veri toplama aracı olarak en fazla başarı testinin işe koşulduğu görülmektedir.

Model veya modellemeye dayalı öğretime ilişkin Tablo 1'de yer alan çalışmalar ortaya çıkan bazı sonuçlar incelendiğinde; modellerin öğrencilerde problem çözme, düşünme,

karşılaştırma, analiz etme, sentez etme ve sonuca varma gibi birçok davranışını geliştirdiği sonucuna ulaşan bir çalışma (Günbatar ve Sarı, 2005), fen bilgisi öğretmenlerinin “model ve benzetme” yöntemlerine yatkın oldukları halde ders materyalleriyle modelleri karıştırdıkları sonucuna ulaşan bir çalışma (Demir-Okatan, 2010), fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modellerle ilgili yeterli düzeyde bilgi sahibi oldukları sonucuna ulaşan çalışmalar (Çelik, 2015; Justi ve Gilbert, 2002a; Van Driel ve Verloop, 1999), eğitim düzeyleri farklı olan öğrenciler ile öğretmen adaylarının modellerle ilgili genel düşüncelerinde istatistik olarak anlamlı farklılıkların ortaya çıktığı ve eğitim düzeyinin artmasıyla birlikte modellere dair bilimsel görüşlerinin arttığı sonucuna ulaşan bir çalışma (Yetim, 2015) yer almaktadır. Ayrıca ele alınan farklı konularda modellerin akademik başarıyı artırdığı (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; Bilal, 2010; Burkaz, 2012; Çevik, 2018; G. Örnek, 2010; K. V. Özcan, 2016; Zeytinli-Ünal, 2017), geleneksel öğretime göre başarıyı daha fazla artırdığı (Cerit-Berber, 2008; Köklü, 2009; Ulusoy, 2011), daha iyi öğrenme sağladığı, daha iyi kavrama sağladığı (Kaya, 2018; Ulusoy, 2011; Zorlu, 2016) ve kavram hatalarını giderdiği (Burkaz, 2012; G. Örnek, 2010; Gözmen, 2008) sonucuna ulaşılan çalışmalar görülmektedir. Ayrıca ulaşılan sonuçlar arasında; öğrencilerin analogi temelli 5E’ye dayalı bir uygulama sonunda sahip olduğu modelleme becerilerinin başlangıçta sahip olduğu modelleme becerilerine göre (uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve uzamsal rotasyon) geliştiği (Bülbül, 2019) ve derslerde kullanılan modellerin kavram yanlışlığı oluşturduğu (Bilge ve Bahçeci, 2017) da yer almaktadır. Belirlenen konularda zihinsel modellerinin gelişmesinde modellerin etkili olduğu sonucuna ulaşılan çalışmalar (Akıllı, 2011; Arslan, 2013; Demirçalı, 2016; Minaslı, 2009) ve belirlenen konularda üç boyutlu düşünebilmeleri ve uzamsal canlandırma yeteneklerinin arttığı sonucuna ulaşılan çalışmalar (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; K. V. Özcan, 2016) da yer almaktadır. Ayrıca modelleme yoluyla gerçekleştirilen fen öğretiminin kavramsal değişimde artışa neden olduğu (Bilal, 2010), öğrencilerde bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği, bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinde artışa neden olduğu, öğrencilerde bilimsel bilginin varlık alanı ile ilgili görüşlerinde olumlu etki yarattığı, sonucuna ulaşılan çalışmalar (Batı, 2014; Ünal-Çoban, 2009; Ünal-Çoban ve Ergin, 2013) da yer almaktadır. Ayrıca ulaşılan sonuçlara göre modellerle gerçekleştirilen fen öğretiminin öğrencilerin yaratıcılık düzeyini geliştirdiği (Arslan, 2013), modellerin öğrencilerin fen ve teknoloji dersine karşı tutumlarını artırdığı (K. V. Özcan, 2016) ve bireysel gelişimlerini artırdığı sonucuna ulaşılan çalışmalar (Ekiz, 2015) da yer almaktadır. İncelenen çalışmalar içerisinde çoğunlukla modellerle öğretimin öğrencilerin kavram öğrenmeleri ve başarılarını artırmada etkili olduğu sonuçlarının en yaygın karşılaşılan sonuçlar olduğu görülmektedir.

Model veya modellemeye dayalı öğretime ilişkin Tablo 1’de yer alan çalışmalar öneriler açısından incelendiğinde; derslerde kullanılan modellerin anlaşılır olmasına özen gösterilerek sınırlarının öğrencilere iyi vurgulanması gerektiği (Ekiz, 2015; Günbatar ve Sarı, 2005; Yetim, 2015), farklı konulardaki kavramların öğrenilmesini kolaylaştırmak için model kullanılması gerektiği (Arslan, 2013; Batı, 2014; Bilal, 2010; Cerit-Berber, 2008; Çevik, 2018; Demirçalı, 2016; Demir-Okatan, 2010; Justi ve Gilbert, 2002a; Ulusoy, 2011; Ünal-Çoban ve Ergin, 2013; Yetim, 2015; Zorlu, 2016), soyut olan kavramların somutlaştırılmasında çok önemli öğrenme araçları olan modellerin kullanılması gerektiği (Akıllı ve Seven, 2014; Bülbül, 2019; Gözmen, 2008; Köklü, 2009; Minaslı, 2009; K. V. Özcan, 2016; Zeytinli-Ünal, 2018), sınıf ortamında kullanılan modellerin öncelikle açık modeller olması sonrasında ise soyut gösterimlerin yer aldığı modellerin kullanılmasıyla bilimsel modellere gidilmesi gerektiği (Ünal-Çoban, 2009), öğretim faaliyetlerinde kullanılacak olan modellerin hazırlanmasında öğrencilerin özelliklerini ve ihtiyaçlarını dikkate alınması gerektiği (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; G. Örnek, 2010; Van Driel ve Verloop, 1999) önerisinde bulunulan çalışmalar görülmektedir. Ayrıca uygulayıcıların modellendirme konusunda yeterince bilgi sahibi olması gerektiği (Demir-Okatan, 2010), öğrenme ortamlarında hazır modellerin yerine öğrencilerin kendilerinin yapabileceği üç boyutlu modellere yer verilmesi gerektiği ve etkililiğinin araştırıldığı (Akıllı ve Seven, 2014; Bilge ve Bahçeci, 2017; Burkaz, 2012; Çevik, 2018) ve bilimsel modellerin doğasının açıkça ifade edilmesi ve gerçekleştirilen derslerin öğrencilerin modellerin doğasıyla ilgili anlayışları ve akademik başarılarını nasıl etkilediği üzerinde durulması gerektiği (Çelik, 2015) önerisinde bulunulmuştur. Öğrencilerin atom kavramını kısmen anlamaları ve atomun yapısı konusunda da yeterli bilgiye sahip olmama nedenleri araştırılarak ortadan kaldırılmasına yönelik tedbirler alınması (Kaya, 2018) önerisinde bulunulmuştur.

2. 1. 5. 2. Zihinsel Modellerle İlgili Yapılan Çalışmalar

Zihinsel modellerle fen öğretimi ile ilgili birçok çalışma literatürde yer almaktadır. Bu çalışmalarda farklı öğrenme düzeylerindeki bireylerin belirlenen konu ya da kavram hakkında sahip oldukları zihinsel modellerin belirlenmesi ve gerçekleştirdikleri farklı uygulamaların zihinsel modeller üzerindeki etkisinin tespiti gibi çeşitli konular ele alınmaktadır.

Bu bölümde fen eğitimi alanında çeşitli kavramlarla ilgili öğrencilerin zihinsel modelleri üzerine yapılmış bazı bilimsel çalışmalar amaç, yöntem, örneklem, veri toplama araçları, sonuçlar ve öneriler başlıkları altında özetlenerek Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Zihinsel Modellerle İlgili Fen Öğretiminde Yapılan Çalışmalar

Yazar ve Tarih	Amaç	Yöntem	Örnekleme ve Veri Toplama Araçları	Sonuçlar	Öneriler
Nakiboğlu ve diğerleri (2002)	İlköğretim düzeyinde ve sonrasında atomun yapısını açıklamak için kullanılan benzeşim modellerinin kimyayla yan alanı fen bilgisi olan öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisi	İlişkisel Tarama Modeli	Çizim Formu (Kimya Eğitimi Anabilim Dalı Lisans Öğrencileri, n=25, İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği Lisans, n=79)	Öğrenciler zihinlerinde modelleri 6 grupta sınıflandırılmış ve öğrencilerin büyük bir bölümünün atomu zihinlerinde Bohr Atom Modeline benzer şekilde canlandırdıkları belirlenmiştir.	İlköğretim düzeyinde atom konusunun anlatımında yanlış benzeşim modellerinin kullanılmaması ve doğru kaynaklardan faydalanılması önerisinde bulunulmuştur.
Taylan-Yıldız (2006)	İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısıyla ilgili zihinsel modellerini belirleyip, belirlenen bu zihinsel modeller arasında bir ilişkinin olup olmadığının araştırılması	İlişkisel Tarama Modeli	Çizim ve Açıklamalar, (İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencileri, n=441, Ortaöğretim Öğrencileri, n=479)	Öğrencilerde atomun yapısıyla ilgili zihinsel modellerin benzeşim modellerinden ve atomun tarihsel modellerinden etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin zihninde geçerliliğini koruyan Modern Atom Teorisinin yapılanmadığını belirlemiştir.	İlköğretim ile ortaöğretim öğrencilerinin zihinlerinde atomun yapısıyla ilgili doğru yapılanma olabilmesi için öğretim programında ve ders kitaplarında, modelleme yeteneğinin geliştirilmesine yönelik içeriğe yer verilmesi ve model-benzeşim kavramlarının öğretimine zaman ve fırsat verilmesi gerektiği önerilmiştir.
Akyol (2009)	Öğrencilerin atomun şekli, betimlenmesi, büyüklüğü, somut ve soyutluğu ile ilgili sahip olduğu bilgileri incelemiştir	Tarama Modeli	Anket, (Öğretmen Adayı n=295) Mülakat, (Öğretmen Adayı n=30)	Öğrencilerin atomun büyüklüğü ile ilişkili sahip olduğu fikirlerin sayısal değerlerle değil de bildikleri bir büyüklük ile kıyaslama şeklinde olduğu tespit edilmiştir.	Atom kavramı tarihsel gelişim sürecinde anlatılırken her yeni modelin bir önceki atom modeline katkı sağlayacak şekilde ortaya çıktığı gerçeğinin öğrencilere kavratılması önerilmiştir.

Tablo 2'nin devamı

İyibil (2010)	Farklı programlarda ki öğretmen adaylarının temel astronomi kavramıyla ilgili anlama düzeyleri ve zihinsel modellerin belirlenmesi	Betimsel Araştırma Yöntemlerinden Tarama Yöntemi	Başarı Testi Mülakat (Öğretmen Adayları, n=293)	Öğrencilerin sahip olduğu modeller belirlenmiş ve fen bilgisi ile fizik öğretmen adayları kendi aralarında okul öncesi ve sınıf öğretmeni adaylarının da kendi aralarında benzer zihinsel modellere sahip oldukları ve bu iki grup arasında ise zihinsel modellerinde farklılık olduğu belirlenmiştir.	Bir konunun öğretimini planlarken ve gerçekleştirirken, öncelikle konuyla ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesini ve öğretimin bu zihinsel modellerin gelişimini sağlayacak şekilde planlanmasını önermiştir
Ulutaş (2010)	Kimyasal bağlar konusuyla ilgili kimya eğitimi öğrencilerinin zihinsel modellerinin belirlenmesi	Nitel Araştırma Yöntemlerinden Durum Çalışması Yöntemi	Görüşme Formu (Öğretmen Adayı, n=12)	İyonik bağ ile ilgili zihinsel modellerin, elektrostatik model ile uyduğu belirlenmiştir.	Öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesi için konuyla ilişkili makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlarda daha fazla çalışmaların yapılması önerilmiştir.
G. Aydın (2011)	Öğrencilerin belirlenen konulardaki kavram yanılgılarının literatür taraması yapılarak belirlenip bu kavram yanılgılarının giderilmesi için yapılandırma- cı yaklaşıma göre oluşturulan etkinliklerle etkililiğinin araştırılması	ön test - son test kontrol gruplu yarı deneysel desen	Hücre Bölünmesi ve Kalıtım Kavramsal Anlama Testi, Fen ve Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (7. Sınıf Öğrencileri, n=55)	Yapılandırmacı yaklaşımı temel alan kavramsal değişim stratejilerine göre düzenlenen etkinliklerle gerçekleştirilen Fen ve Teknoloji derslerinin, öğrencilerin kavramları öğrenmeleri, zihinsel modelleri, bilgilerin kalıcı olması ve derse yönelik tutumları üzerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir	Kavram haritaları, zihin haritaları, kavram karikatürleri, kavramsal değişim metinleri, analogiler, modeller gibi öğrencilerin kavram yanılgılarını giderebilecek ve bilgilerinin anlamlı olarak yapılandırmalarında etkili olabilen görsel araçların öğrenme ortamlarında kullanılmasının, öğrencilerin ilgilerini çekeceği ve kavramları anlamlı öğrenmelerinde etkili olacağı belirtilmektedir.

Tablo 2'nin devamı

Çakır (2011)	Üstün yetenekli öğrencilerin elektrik konusuyla ilgili "iletkenlik ve yalıtkanlık" kavramlarını anlama düzeylerinin ve bu kavramları öğrenirken oluşturdukları zihinsel modellerin belirlenmesi	Örnek Olay Metodolojisi	Üç Aşamalı Test, Kavram Haritalama Etkinlikleri ve TGA Etkinlikleri, (Üstün Yetenekli İlköğretim Öğrencisi, n=10)	Üstün yetenekli öğrencilerin, kendi zihinsel modellerinin yapısını gösteren somut örnekleri bir materyal veya bireye aktarmada üst düzeyde becerilere sahip oldukları belirlenmiştir.	Seçilecek çeşitli kavramlara yönelik olarak üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel modelleri ile üstün yetenekli olmayan öğrencilerin zihinsel modelleri arasındaki ilişki veya farklılıklar belirlenerek üstün yetenekli bireylerin ihtiyaçlarının ortaya çıkarılabileceği önerisinde bulunmaktadır.
Kurnaz (2011)	Enerji konusunun Model Tabanlı Öğretiminin öğrencilerdeki alternatif fikirlerin giderilmesine, eksik tamamlanmasına ve bu konudaki zihinsel modellerinin gelişimine etkilerinin belirlenmesi	Didaktiksel Mühendislik Araştırma Yöntemi	Başarı Sınavı, Mülakatlar ve Gözlemler, (Matematik Öğretmenliği Lisans Öğrencileri, n=68)	Model Tabanlı Öğretim Modeline göre şekillendirilen öğrenme ortamında öğrencilerin enerji konusundaki zihinsel modellerinin gelişiminde etkili olduğu belirlenmiştir.	Çalışmada temel alınan Model Tabanlı Öğretimin farklı konulara uygulanması önerilmektedir
Yalçın (2011)	İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atomun yapısı ve büyüklüğüyle ilgili olarak öğrenim öncesi ve öğrenim sonrasında zihinsel modellerinin incelenerek karşılaştırılması	Doküman İncelemesi ve Durum (örnek olay) Çalışması	Açık Uçlu Test (7. Sınıf Öğrencileri, n=217)	Öğrenim sonrası konuyu görmelerine rağmen Modern Atom Teorisinin öğrencilerin yalnızca %5'i tarafından çizildiği belirlenmiştir. Öğrencilerin atomun boyutunu hem öğrenim öncesi hem de sonrasında en çok mercimek, karınca gibi gözle görülebilen küçük şeylerle kıyaslayarak tanımladıkları görülmüştür.	Analojik modellerin kavram yanılgılarına neden olabileceğinden dolayı derslerde kullanılmak üzere analogik modellere ek olarak, animasyonlar ve simülasyonların geliştirilmesi önerisinde bulunulmuştur.

Tablo 2'nin devamı

Çökelez ve Yalçın (2012)	7. sınıf öğrencilerinin atom kavramıyla ilgili uygulama öncesi ve uygulama sonrasında sahip olduğu zihinsel modelleri belirleyip bunların karşılaştırılması	Doküman İncelemesi ve Örnek Olay Çalışması	Açık Uçlu Test (7. Sınıf Öğrencileri, n=217)	Uygulamanın sonucunda öğrenciler olumlu yönde gelişmeler göstermelerine rağmen atomun yapısını yeterince kavrayamadıkları ve zihinlerinde de canlandıramadıkları, dengesizlik yaşadıkları ve bazı olguların yanlış yapılandığı belirlenmiştir.	Analojik modellerin kavram yanılıklarına neden olabileceğinden dolayı derslerde kullanılmak üzere analogik modellere ek olarak, animasyonlar ve simülasyonların da kullanılması geliştirilmesi önerisinde bulunulmuştur.
Karagöz ve Sağlam-Arslan (2012)	İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atomun yapısına yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi	Özel Durum Yöntemi	Açık Uçlu Test (7. Sınıf Öğrencileri, n=45)	Atomun proton, nötron ve elektronlardan oluştuğunu doğru bir şekilde belirtmekle birlikte hareketleri ve konumlarıyla ilgili olarak farklı türden modellere sahip oldukları tespit edilmiştir.	Öğrencilerin birbirlerinden farklı ve bilimsel olmayan zihinsel modellerinin belirlenerek öğretimde daha etkili olabilecek modellerin kullanılması ile öğrencilerin akademik başarılarının artmasının yanında öğretmenlerin de işlerinin kolaylaşacağı önerilmiştir.
Polat (2012)	Öğrencilerin atom konusunda sahip olduğu zihinsel modelleri tanımlayarak bu modellerin ders kitaplarında yer alan atom görselleriyle karşılaştırılması	Tanımlayıcı ve Karşılaştırmalı Araştırma Tasarımı	Zihinsel Model Atom Testi (6. ve 10. Sınıf öğrencileri, n=180)	Öğrenci çizimleriyle ders kitaplarında yer alan görsellerde en çok yer alan atom modelinin Bohr Atom Modeli olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin yeni atom modelleri ile karşılaşmalarına rağmen önceden zihinlerinde yer alan modeli yeni öğrendiği atom modeli ile değiştirmedikleri sonucuna ulaşılmıştır.	Bilimsel bilginin geliştirilmesindeki öneminden dolayı modeller ve modellemelerin ders kitaplarında ve öğretmenler tarafından öğretim sırasında öğrencilerin modelleme becerileri geliştirecek şekilde yer verilmesi gerektiği önerisinde bulunulmuştur.

Tablo 2'nin devamı

Tatar ve diğerleri (2012)	Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine ilişkin zihinsel modellerinin belirlenerek ve var olan modellerin cinsiyet ve sınıf düzeyine göre ilişkisinin belirlenmesi	Korelasyonel Araştırma Deseni	Fen Öğretmeni Çizim Testi-Kontrol Listesi (Fen Bilgisi Öğretmen Adayı, n=300)	Öğretmen adaylarının sınıf düzeyleri arttıkça fen öğretimiyle ilgili zihinsel modellerinin açıklayıcı modelden, araştırmacı modele doğru geliştiği ve bununda lisans eğitiminin zihinsel modellerinin üzerinde oluşturduğu olumlu etkilerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.	Öğretmen adaylarının fen öğretimi ile ilgili geçmiş yaşantılarının, öğrenme stillerinin ve bireysel özelliklerinin, zihinsel modelleriyle ilişkilerini inceleyen araştırmaların yapılması önerisinde bulunulmuştur.
D. Aydın (2013)	Öğrencilerin çevre sorunları hakkında sahip olduğu zihinsel modellerin belirlenmesi	Özel Durum Yöntemi	Zihinsel Model Belirleme Soruları, Mülakatlar, Kişisel Özellikleri Belirlemek İçin Form (8. Sınıf Öğrencileri, n=102)	Öğrencilerde bilimsel bilgiler ile uyumlu zihinsel modellerin var olduğu belirlenmiş. Ayrıca öğrencilerin çevre sorunlarını algılama biçimlerinin buldukları sosyo-kültürel çevrenin etkisinde olmadığı belirlenmiştir.	Öğretmenlerin öğrencilere muhakeme etme ve uzamsal düşünme düzeylerini göz önünde bulundurarak öğrenme ortamlarında farklı öğretim yöntemlerini kullanmaları gerektiği önerisinde bulunulmuştur.
Demircioğlu ve diğerleri (2013)	Üstün yetenekli öğrencilerin "hal değişimi, maddedeki değişim ve çözünme sırasında maddenin tanecikli yapısı ile ilgili sahip oldukları düşünceleri" ile zihinsel modellerinin ortaya çıkarılması	Aksiyon Araştırma Yöntemi	Kavram Testi (7. Sınıf Öğrencileri, n=7, 8. Sınıf Öğrencileri, n=9)	Üstün yetenekli öğrencilerde "maddenin tanecikli yapısı" konusuyla alakalı alternatif fikirlere sahip oldukları tespit edilmiştir.	Öğrencilerin hatalı yapılandırmalar yapabileceğini öğretmenler düşünemeyebilir bu nedenle derslerinde modellerin kullanılması ile model geliştirilmesi etkinliklerine yer verilmesi ayrıca öğrencilerde meydana gelen anlamalar ve zihinsel modellerin belirlenmesi için çizimlerin yer aldığı soruların sık olarak kullanılması gerektiği önerilmektedir.

Tablo 2'nin devamı

Yüce (2013)	"Kimyasal Reaksiyonlar" konusunda kimya öğretmeni adaylarının zihinsel modellerinin yarı yapılandırılmış mülakatlarla belirlenmesi ve ulaşılan sonuçların değerlendirilmesi	Durum Çalışması	Gözlem ve Görüşme Formu (Kimya Öğretmen Adayları, n=9)	Katılımcıların "kimyasal reaksiyonlar" konusunda bilimsel modellere uygun zihinsel modellerle birlikte bilimsel modellere uygun olmayan farklı zihinsel modellerinin de olduğu ve farklı zihinsel modellerinin belirlenmesinde öğrencilerin önceki öğrenmelerinin ve modelleme yapabilme yeteneklerinin etkili olduğu belirlenmiştir.	Öğrencilerin zihinsel modellerinin açık olarak belirlenmesi için tüm kimya konularıyla ilgili makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlarda çizimlerin kullanıldığı daha çok çalışmanın yapılması önerisinde bulunulmuştur.
Arık (2014)	7. sınıf eko-okul öğrencilerinin sera etkisine yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi	Anket Araştırması	Yazma/Çizme Yöntemi (7. Sınıf Öğrencileri, n=109)	Çalışma da öğrencilerdeki sera etkisiyle ilgili kavram yanılgılarının sebebinin müfredat içeriği, ders kitapları ve medya olduğu belirlenmiştir.	Zihinsel model araştırmalarının sayısının, zihinsel model stratejisinin geliştirilmesi için artırılması gerektiği önerisinde bulunulmuştur.
Karacan (2014)	Fizik öğretmenleri ile fizik öğretmeni adaylarının zihinsel modellerini belirleyerek var olan zihinsel modellerin gruplandırılması	Çoklu Durum Çalışması	Yarı Yapılandırılmış Mülakat (Fizik Öğretmenleri, n=29, Fizik Öğretmen Adayı, n=7)	Katılımcıların bir kısmının sahip olduğu zihinsel modellerin bilimsel olduğu, bir kısmının da bilimsel olmadığı ve kavram yanılgısı içerdiği belirlenmiştir.	Elektrik akımıyla ilgili ilk karşılaşılan eğitim ve öğretim kademesinde ve sonrasında , önerisinde bulunulmuştur.
Yüzbaşıoğlu (2015)	Ses ünitesindeki kavramlarla ilgili öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenerek öğrencilerin ses konusunda sahip oldukları genel zihinsel modellerin belirlenmesi	Özel Durum Çalışması	Öğrenme Durumlarını Belirleme Testi (8. Sınıf Öğrencileri, n=416)	Genel olarak zihinsel modellerinin yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.	Yetersiz zihinsel modellere sahip öğrenciler için öğretmenler ve kitap yazarlarının, öğrencilerin eksik algılamalarının tamamlanmasına yardımcı olacak içeriklere yer verilmesi önerilmiştir.

Tablo 2'nin devamı

Sözcü (2015)	7.sınıf öğrencilerinin "Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programı" içerisinde bulunan bilimsellik değerlerine yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi	Karma Yöntem	Anket Formu (7. Sınıf Öğrencileri, n=311)	Öğrencilerin farklı değişkenlere göre bilimsellik bilgilerinde değişimler meydana geldiği ve bu değişimlerin en fazla erkek öğrencilerin zihinsel modellerinde meydana geldiği belirtilmiştir.	Ünitelerde yer alan kavramların daha kolay öğretilmesi için kavramları somut hale getirecek etkinliklere ve uygulamalara yer verilmesi gerektiği önerisinde bulunulmuştur.
Muştu (2016)	Lise öğrencilerinin "Evren" hakkındaki zihinsel modellerini belirlenmesi ve bu modellerin bilim tarihinde yer alan modellerle karşılaştırılması	Nitel Araştırma (resim analizi ve görüşme)	Çizim ve Görüşme (Lise 9, 10.Sınıf Öğrencileri, n=10)	Öğrencilerin "astronomi" konularındaki kavramlara ilişkin araştırmalar yapılmasının gerektiği ve bu kavramların geliştirilmesine yönelik öğretim materyalleri ve teknikleri belirlenmiştir.	Öğrencilerin zihinlerindeki "Evren" modellerini uygulayıp sonuçlarını görebildiği modellerin öğrenme üzerindeki etkiden dolayı simülasyonların öğrencilere uygulanması
Yaseen ve Akaygun (2016)	Lise 9, 10 ve 11. sınıf öğrencilerinin atomun yapısıyla ilgili var olan zihinsel modellerinin incelenerek önceki yıllarda kullandıkları ders kitaplarında yer alan atom modelleri ile karşılaştırma yapılması	Betimsel Yöntem	Zihinsel Model Atom Testi (Lise 9, 10 ve 11. Sınıf Öğrencileri, n=90)	Öğrencilerin en çok tercih ettikleri gösterim "Bohr Atom Modeli" olmakla birlikte, sınıf seviyesinde üstte doğru ilerledikçe öğrenciler kendi sentetik modelleri kullandığı belirlenmiştir. Çok az sayıdaki öğrencinin atom modeli gösteriminde atomun hareketli yapısını kullandığı belirlenmiştir.	Ders kitaplarında yer alan görsellerde ve öğretmenlerin sınıflarda kullandığı gösterimlerinde atomu en iyi canlandıran ve atom modellerinin tarihsel süreç içerisindeki değişimini vurgulayan modellerin kullanılması önerisinde bulunulmuştur.
Yıldız (2016)	Öğrencilerin "ısı ve aktarımı" konularındaki zihinsel modellerinin ortaya çıkarılması	Özel Durum Yöntemi	Öğrenme Durumlarını Belirleme Testi (8. Sınıf Öğrencileri, n=235)	Öğrencilerin zihinsel modellerinin istenilen düzeyde olmadığı belirlenmiştir.	Öğretim etkinliklerinin ve materyallerinin hazırlanmasında öğrencilerin var olan zihinsel modellerinin dikkate alınarak hazırlanması önerilmiştir.

Tablo 2'nin devamı

Pekmezci (2017)	6. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin, solunum sistemiyle ilgili öğretim faaliyetleri öncesinde ve sonrasında zihinsel modellerini inceleyip öğretim faaliyetleri sonrasında zihinsel modellerinde meydana gelen değişimin tespit edilmesi	Bütüncül Tek Durum Çalışması	Açık Uçlu Test Üçlü Çizim-Yazım Tekniği (6. Sınıf Öğrencileri, n=480)	Fen öğretmenlerinin öğretim programında yer alan tüm konular için somut ve soyut modeller kullanarak bilimsel bilgilerin öğrencilerin zihinlerinde nasıl bir kavramsal oluşum süreci meydana getirdiği takip edilebileceği ve zihinsel modellerin temelinde yer alan yapıları da keşfetme imkânı vereceğini ifade etmiştir.	Fen eğitiminde model ve modellerin öğrencinin zihinsel modellerinin değişimi ve oluşumu için önemli faktörler olduğundan dolayı öğretimde kullanılacak olan modellerin sistemlerin bileşenleri ve aralarındaki ilişkileri açıklayan dinamik modeller olmaları önerisinde bulunmuştur.
Ültay ve diğerleri (2017)	Zihinsel model ile ilgili eğitim alanında yapılmış ulusal araştırmaları bazı değişkenlere göre inceleyip bir araya getirerek sunulması	İçerik Analizi Yöntemi	Veri tabanlarındaki "zihinsel model, mental model, fen/fizik/kimya/biyoloji eğitimi ve zihinsel model" anahtar kelimeleri ile taranması ile ulaşılan tez, makale ve bildiriler	İncelenen çalışmalarda zihinsel modelle ilgili en fazla "atom, evren ve kimya" konularının çalışıldığı, çoğu örneklemin öğrencilerden belirlendiği, yöntem olarak durum çalışmalarının kullanıldığı ve veri toplama aracı olarak ise çizimlerin daha çok tercih edildiği belirlenmiştir.	"Atom, evren ve kimya" konularını içeren çalışmaların fazla oranda yer aldığı bu nedenle de zihinsel modelle ilgili yapılacak çalışmaların farklı konularda ve konu alanlarında yapılarak literatüre katkı sağlanabileceği önerisinde bulunmuşlardır.
Dinçer (2018)	Fizik öğretmen adaylarının "elektrik alan ve manyetik alan" konusuyla ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesi	Durum Çalışması Yöntemi	Mülakatlar ve çizimler (Fizik Öğretmen Adayları, n=22)	Fizik öğretmen adaylarının sahip oldukları bilimsel veya bilimsel olmayan zihinsel modellerinin, konuyla ilişkili veya uzaktan ilişkili dış etkenlerden etkilendiği tespit edilmiştir.	Öğretmenlerin öğretim faaliyetlerine başlarken öncelikle öğrencilerin ön zihinsel modellerini belirlemesi ve var olan bilimsel olmayan bilgilerin düzeltilmesine yönelik açıklamalar yapılarak konularla ilgili materyaller hazırlanmalıdır.

Tablo 2'nin devamı

H. Şahin (2018)	Çevre kavramlarına yönelik öğrencilerin zihinsel modellerini belirleyip, ortaya çıkan görüşleri bilişsel haritalar ile sunulması	Durum Çalışması Yöntemi	Görüşme Formu (8. Sınıf Öğrencileri, n=12)	Öğrencilerin çevre kavramlarıyla ilgili zihinsel modellerinde genel olarak, bu kavramlar arasında ilişki kurmada bazı eksiklikler olduğu ve güçlük çekildiği belirlenmiştir.	Öğrencilerdeki zihinsel modellerinin araştırılmasına yönelik çevre kavramlarından farklı konularda da çalışmaların yapılabileceği öneride bulunmuştur.
-----------------	--	-------------------------	--	--	--

Tablo 2'de bakıldığında fen eğitimi alanında çeşitli kavramlarla ilgili öğrencilerin zihinsel modelleri üzerine yapılmış bilimsel çalışmaların bir bölümü yer almaktadır. Bu çalışmaların farklı konularda ve farklı öğrenim seviyelerinde gerçekleştirilmiş olduğu görülmektedir. Fen eğitiminde zihinsel modellere ilişkin Tablo 2'de yer alan çalışmalar amaçları açısından incelendiğinde; genellikle belirlenen kavramlara ait öğrencilerin zihinsel modellerinin tespit edildiği (Akyol, 2009; Arık, 2014; Aydın, 2013; Çakır, 2011; Demircioğlu vd., 2013; Dinçer, 2018; Karacan, 2014; Karagöz ve Sağlam-Arslan 2012; Muştı, 2016; Polat, 2010; Sözcü, 2015; H. Şahin, 2018; Tatar vd. 2012; Taylan-Yıldız, 2006; Ulutaş, 2010; Yasaen ve Akaygun, 2016; Yıldız, 2016; Yüce, 2013; Yüzbaşıoğlu, 2015), öğrencilerin belirlenen kavram ile ilgili zihinsel modellerinin belirlenip, bu modeller arasında bir ilişkinin olup olmadığının belirlendiği (Karacan, 2014; Taylan-Yıldız, 2006; Yüzbaşıoğlu, 2015), kavrama ait anlama düzeyleri ve zihinsel modellerinin belirlendiği (İyibil, 2010) ve sahip olunan zihinsel model ile ders kitaplarında yer alan modellerin görsellerinin karşılaştırıldığı (Polat, 2010; Yasaen ve Akaygun, 2016), zihinsel modellerin belirlenerek bu modellerin cinsiyet ve sınıf düzeylerine göre ilişkisinin belirlendiği (Tatar vd., 2012) ve kavrama yönelik zihinsel modellerin belirlenip ortaya çıkan görüşlerin bilişsel haritalar ile sunulduğu (H. Şahin, 2018; Ulutaş, 2010) çalışmalar olduğu görülmektedir. Ayrıca belirlenen bir kavramın öğretiminde modellerin ya da farklı materyallerin kullanıldığı öğrenme ortamlarının zihinsel modeller üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlayan (Aydın, 2011; Kurnaz, 2011; Nakiboğlu vd., 2002) çalışmaların da olduğu görülmektedir. Bir kavramın öğretimi öncesinde ve sonrasında öğrencilerin bu kavrama ait öğretim öncesi ve öğretim sonrası zihinsel modellerini inceleyerek karşılaştırmayı amaçlayan (Çökelez ve Yalçın, 2012; Pekmezci, 2017; Yalçın, 2011) çalışmalarında yer aldığı görülmektedir. Ültay vd., (2017) ise yapmış oldukları çalışmada da ulusal alanda zihinsel modellerle ilgili yapılan çalışmaları bazı değişkenlere göre incelemeyi ve analiz etmeyi amaçlayan bir çalışma yürütmüşleridir. Çalışmalar incelendiğinde, zihinsel modeller üzerine yapılan çalışmalarda

en fazla belirlenen bir kavrama ait öğrencilerin zihinsel modellerinin tespit edilmesinin amaçlandığı görülmektedir.

Fen eğitimi alanında zihinsel modellere ilişkin Tablo 2'de yer alan çalışmalar kullandıkları yöntemleri açısından incelendiğinde genellikle durum (örnek olay) çalışması (Çakır, 2011; Çökelez ve Yalçın, 2012; Dinçer, 2018; Pekmezci, 2017; H. Şahin, 2018; Ulutaş, 2010; Yalçın, 2011; Yüce, 2013), ilişkisel tarama modeli (Akyol, 2009; İyibil, 2010; Nakiboğlu vd. 2002; Taylan-Yıldız, 2006), özel durum yöntemi (D. Aydın, 2013; Karagöz ve Sağlam, 2012; Yıldız, 2016; Yüzbaşıoğlu, 2015), doküman incelemesi (Çökelez ve Yalçın, 2012; Yalçın, 2011), tanımlayıcı ve karşılaştırmalı araştırma tasarımı (Polat, 2010), yarı deneysel yöntem (G. Aydın, 2011), didaktiksel mühendislik yöntemi (Kurnaz, 2011), korelasyonel araştırma yöntemi (Tatar vd., 2012), aksiyon araştırma yöntemi (Demircioğlu vd., 2013), anket araştırması (Arık, 2014), çoklu durum çalışması (Karacan, 2014), karma yöntem (Sözcü, 2015), nitel araştırma (Muştu, 2016), betimsel yöntem (Yaseen ve Akaygun, 2016), içerik analizi (Ültay vd., 2017) olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar içerisinde gerçekleştirilen öğretim sürecinin zihinsel modellere etkisine bakılan çalışmalarda genellikle durum çalışması yönteminin kullanıldığı görülmektedir.

Fen eğitimi alanında zihinsel modellere ilişkin Tablo 2'de yer alan çalışmalar örneklemi açısından incelendiğinde; ortaokul öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Arık, 2014; Çakır, 2011; D. Aydın, 2013; Demircioğlu vd., 2013; G. Aydın, 2011; Karagöz ve Sağlam-Arslan, 2012; Pekmezci, 2017; Sözcü, 2015; H. Şahin, 2018; Yalçın, 2011; Yıldız, 2016; Yüzbaşıoğlu, 2015), lise öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Muştu, 2016; Yaseen ve Akaygun, 2016), lisans öğrencilerinin (öğretmen adayı) örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Akyol, 2009; Dinçer, 2018; İyibil, 2010; Kurnaz, 2011; Nakiboğlu vd., 2002; Tatar vd., 2012; Ulutaş, 2010; Yüce, 2013), öğretmen ve lisans öğrencilerinin (öğretmen adayı) örneklem olarak belirlendiği çalışma (Karacan, 2014), ortaokul ve lise öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Polat, 2010; Taylan-Yıldız, 2006), olduğu görülmektedir. İncelenen çalışmaların çoğunun ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmalar olduğu görülmektedir.

Fen eğitimi alanında zihinsel modellere öğretime ilişkin Tablo 2'de yer alan çalışmalar veri toplama araçları açısından incelendiğinde; çizim formlarının kullanıldığı (Arık, 2014; D. Aydın, 2013; Dinçer, 2018; Muştu, 2016; Nakiboğlu vd., 2002; Pekmezci, 2017; Polat, 2010; Tatar vd., 2012; Taylan-Yıldız, 2006), anketin kullanıldığı (Akyol, 2009; Sözcü, 2015), mülakatın (görüşme formu) kullanıldığı (Akyol, 2009; D. Aydın, 2013; Dinçer, 2018; İyibil, 2010; Karacan, 2014; Kurnaz, 2011; Muştu, 2016; H. Şahin, 2018; Ulutaş, 2010; Yüce, 2013), başarı testinin kullanıldığı (İyibil, 2010; Kurnaz, 2011), kavramsal anlama testinin kullanıldığı (Çakır, 2011; Demircioğlu vd., 2013; G. Aydın, 2011), tutum ölçeğinin

kullanıldığı (G. Aydın, 2011), gözlemlerin kullanıldığı (Kurnaz, 2011; Yüce, 2013), açık uçlu testlerin kullanıldığı (Çökelez ve Yalçın, 2012; Karagöz ve Sağlam-Arslan, 2012; Pekmezci, 2017; Yalçın, 2011; Yaseen ve Akaygun, 2016), öğrenme durumlarını belirleme testinin kullanıldığı (Yıldız, 2016; Yüzbaşıoğlu, 2015) çalışmalar olduğunu görmekteyiz. Zihinsel modellerin belirlenmesinde en fazla kullanılan veri toplama araçlarının mülakatlar ve çizim formları olduğu incelenen çalışmalardan görülmüştür.

Fen öğretimindeki zihinsel modellerle öğretime ilişkin Tablo 2’de yer alan çalışmalar sonuçları açısından incelendiğinde; belirlenen kavrama ait (atom) zihinsel modellerin benzeşim modelleri ve tarihsel modellerden etkilenilerek geliştirildiği (Taylan-Yıldız, 2006), öğrencilerin atomun büyüklüğünü genellikle makroskobik dünyadan bildikleri bir büyüklük ile kıyaslama eğiliminde oldukları (Akyol, 2009, Yalçın, 2011), farklı eğitime tabi olmuş bireylerin farklı zihinsel modellere sahip olduğu (İyibil, 2010), öğrencilerin atomla ilgili zihinsel modellerinin ders kitaplarında en fazla yer alan Bohr Atom Modeliyle çok benzer olduğu (Nakiboğlu vd., 2002; Polat, 2010), belirlenen konuda bilimsel modellerin genellikle benzetmelerle ifade edildiği (Ulutaş, 2010), yapılandırmacı yaklaşımı temel alan kavramsal değişim stratejilerine göre düzenlenen etkinliklerle gerçekleştirilen derslerin öğrencilerin zihinsel modelleri üzerindeki olumlu etkisinin belirlendiği (G. Aydın, 2011), üstün yetenekli öğrencilerin, kendi zihinsel modellerinin yapısını gösteren somut örnekleri bir materyal veya bireye aktarmada üst düzeyde becerilere sahip olduğunun belirlendiği (Çakır, 2011), model tabanlı öğretim modelinin öğrencilerin zihinsel modellerinin gelişiminde etkili olduğu (Kurnaz, 2011), günümüzde geçerliliğini koruyan “Modern Atom Teorisinin”, öğrencilerin çok az bir bölümü tarafından zihinsel modellerinde yer edindiğinin belirlendiği (Yalçın, 2011), öğretimin ardından atomun yapısını öğrencilerin öğrenmeleri olumlu yönde gelişmesine rağmen zihinlerinde modelleri canlandıramadıkları (Çökelez ve Yalçın, 2012, Şahin, 2009), atomun yapısı iç yapısında nelerden oluştuğunu bildikleri halde konumu ve hareketleri ile ilgili farklı türden modellere sahip olduğunun belirlendiği (Arslan, 2012), eğitim seviyesi (lise, lisans) arttıkça sahip olunan zihinsel modellerde gelişmeler olduğu (Tatar vd., 2012; Yaseen ve Akaygun, 2016), bilimsel bilgilerle uyumlu zihinsel modellerin geliştiği (D. Aydın, 2013; Dinçer, 2018; Karacan, 2014; Pekmezci, 2017; Yüce, 2013; Yüzbaşıoğlu, 2015) ya da bazı öğrencilerde bilimsel modellerle uyumsuz önceki öğrenmelerinden kaynaklı zihinsel modellerin geliştiği (Dinçer, 2018; Karacan, 2014; Yıldız, 2016; Yüce, 2013), zihinsel modellerinde öğretim faaliyetleri sonucunda bir değişimin meydana geldiği (Sözcü, 2015), kavramlara ilişkin zihinsel modellerin gelişimi için derinlemesine araştırma yapılması gerektiği (Muştı, 2016), sonuçlarına ulaşılmıştır.

Fen eğitimi alanında zihinsel modellere ilişkin Tablo 2’de yer alan çalışmalar önerileri açısından incelendiğinde; atom kavramının öğretiminde kullanılan benzeşim modellerinin

yanlış olmamasına dikkat edilmesi gerektiği (Nakiboğlu vd., 2002), öğretim programında ve ders kitaplarında, modelleme yeteneğinin geliştirilmesine katkıda bulunabilmesi için öğretim programları ve ders kitaplarında model-benzeşim kavramlarının öğretime zaman ve fırsat verilmesi gerektiği (Taylan-Yıldız, 2006; Yüzbaşıoğlu, 2015), soyut olan kavramların (atom) somutlaştırıldığında öğrenciler tarafından etkili olarak kavranacağı (Akyol, 2009; Sözcü, 2015), öğrencilerin zihinsel modellerinin incelenerek öğretim etkinliklerinin zihinsel modellerinin gelişimini sağlayacak şekilde eğitim ve öğretimin planlanmasında gerektiği (Dinçer, 2018; İyibil, 2010), öğrencilerin zihinsel modellerinin net bir şekilde belirlenmesi için konuyla ilişkili makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlarda daha fazla çalışmaların yapılması gerektiği (Ulutaş, 2010), farklı modelleme türlerine eğitimde yer verildiğinde zihinlerinde anlamlı öğrenmenin gerçekleşeceği (G. Aydın, 2011), üstün yetenekli ve üstün yetenekli olmayan bireylerin zihinsel modelleri belirlenerek karşılaştırıldığında üstün yetenekli bireylerin ihtiyaçlarının belirlenebileceği (Çakır, 2011), model tabanlı öğrenme yaklaşımının farklı konuların öğretiminde de yer verilerek zihinsel modellerinin gelişimine etkisinin belirlenmesinin gerektiği (Kurnaz, 2011), analogik modellerin kavram yanılgılarına neden olabileceğinden dolayı derslerde kullanılmak üzere analogik modellere ek olarak, animasyonlar ve simülasyonların geliştirilmesi gerektiği (Çökelez ve Yalçın, 2012; Muştu, 2016; Yalçın, 2011), öğretimde daha etkili olabilecek modellerin kullanılması ile öğrencilerin akademik başarılarının artmasının yanında öğretmenlerin de işlerinin kolaylaşacağı (Karagöz ve Sağlam-Arslan, 2012), modeller ve modelleme etkinliklerine ders kitaplarında ve öğretmenler tarafından öğretim sırasında öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirecek şekilde daha fazla yer verilmesi gerektiği (Polat, 2010), öğretmen adaylarının fen öğretimi ile ilgili geçmiş yaşantılarının, öğrenme stillerinin ve bireysel özelliklerinin, zihinsel modelleriyle ilişkilerini inceleyen araştırmaların yapılması gerektiği (Tatar vd., 2012), öğretmenlerin öğrencilerin muhakeme etme ve uzamsal düşünme düzeylerini göz önünde bulundurarak öğrenme ortamlarında farklı öğretim yöntemlerini kullanmaları gerektiği (D. Aydın, 2013; Yıldız, 2016), zihinsel modellerin belirlenmesinde çizimlerin kullanılmasının daha faydalı olduğu (Demircioğlu vd., 2013; Yüce, 2013), zihinsel model araştırmalarının sayısının artırılması gerektiği (Arık, 2014), belirlenen kavramlarla ilgili bilimsel açıdan doğru modellerin seçilerek kullanılması ve bu şekilde geleceğin öğretmenlerinin henüz öğrenci iken zihinsel modellerinin doğru bir şekilde yapılandırmasının sağlanması gerektiği (Karacan, 2014), ders kitaplarında yer alan görsellerde ve öğretmenlerin sınıflarda kullandığı gösterimlerinde atomu en iyi ortaya koyan modeller ve atom modellerinin tarihsel süreç içerisindeki değişimini gösteren modellerin kullanılması gerektiği (Yaseen ve Akaygun, 2016), zihinsel modelle ilgili yapılacak çalışmaların farklı konularda yapılabileceği (Ütay vd., 2017; H. Şahin, 2018) önerilerinden oluştuğu görülmektedir.

2. 1. 5. 3. Maddenin Tanecikli Yapısı Konusu İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Maddenin tanecikli yapısı konusu ile ilgili birçok çalışma literatürde yer almaktadır. Bu bölümde maddenin tanecikli yapısı konusu üzerine yapılmış bazı bilimsel çalışmalar amaç, yöntem, örneklem, veri toplama araçları, sonuçlar ve öneriler başlıkları altında özetlenerek Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Maddenin Tanecikli Yapısı İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Yazar ve Tarih	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları/ Örneklem	Sonuçlar	Öneriler
Demircioğlu (2003)	Madde veyapısını içeren kavramlarla ilgili sınıf öğretmeni adaylarının anlama düzeyleri ile kavram yanlışlarının belirlenmesi	Örnek Olay Metodolojisi	Test (Öğretmen Adayı, n=200) Klinik Mülakat (Öğretmen Adayı, n=12)	Sınıf öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısını zihinlerinde tam olarak yapılandıramadıkları, araştırılan kimya kavramlarına ilişkin yüzeysel anlamalara ve yanlışlara sahip oldukları belirlenmiştir.	Aday öğretmenlerin temel fen kavramlarını daha iyi öğrenmeleri için üniversite eğitimleri sırasında kendilerine yapılandırmacı yaklaşıma uygun öğrenme ortamları sağlanması önerilmektedir.
Cokelez ve Dumon (2005)	Fransız lise öğrencilerinin “atom ve molekül” kavramları ile alakalı kavram yanlışlarının belirlenmesi	Durum Çalışması Yöntemi	Anket (10., 11. ve 12. Sınıf Öğrencileri, n=930)	Tüm düzeylerdeki öğrencilerin atom ve molekül kavramını karıştırdıkları ve bu kavramlara dair bazı yanlışlara da sahip oldukları belirlenmiştir.	Tarihi modellerin doğru kavranması için model oluşturulması ve üzerinde tartışılması önerilmektedir.
Kavak (2007)	“Maddenin tanecikli doğası” konusunu daha iyi anlamalarında rol oynama ile geleneksel öğretim yönteminin etkisini karşılaştırma	Yarı Deneysel Yöntem (ön test-son test karşılaştırmalı grup deseni) ve İçerik Analizi	Maddenin Tanecikli Doğası Hakkında İmaj Belirleme Testi (7. Sınıf Öğrencileri, n=46)	Maddenin Tanecikli Doğası” ile ilgili imaj oluşturulmasında rol oynama yönteminin geleneksel yöntemden daha etkili olduğu tespit edilmiştir.	“Maddenin Tanecikli Doğası” ile ilgili konuların rol oynama etkinlikleri ile işlenmesi önerilmiştir.

Tablo 3'ün devamı

Özalp (2008)	Ortaöğretim ve ilköğretim öğrencilerinin "maddenin tanecikli yapısı" ile ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesi ve bu kavram yanılgılarının ontolojiye dayanarak değerlendirilmesi	Tarama Tipi Araştırma	Maddenin Tanecikli Yapısı Testi (6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencileri, n=382, 9., 10. ve 11. Sınıf Öğrencileri, n=314)	Ortaöğretim ve ilköğretim öğrencilerinde maddenin tanecikli yapısıyla ilgili ciddi kavram yanılgıları bulunduğu belirlenmiştir. Bu yanılgıların önemli nedenlerinden birinin; öğrencilerin makroskobik maddelerin özelliklerini mikroskobik taneciklere aktarması olduğu sonucuna ulaşılmıştır.	Öğretmenlerin, öğrencilerin maddenin tanecikli yapısıyla ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemeleri ve öğrenme ortamlarını bu yanılgıları önleyecek şekilde düzenlemeleri önerilmiştir.
Tuncel (2009)	"Maddenin Tanecikli Yapısı" ünitesindeki konuların yaratıcı dramayla öğretilmesi ile ders kitabına göre öğretilmesinin öğrenci başarısı üzerindeki etkilerinin araştırılması	Yarı Deneysel Yöntem	Başarı Testi Anket Mülakat (6. Sınıf Öğrencileri, n=92)	"Maddenin Tanecikli Yapısı" konusunun öğretiminde yaratıcı drama yönteminin Milli Eğitim Bakanlığı ders kitabına göre yapılan öğretime göre öğrenci başarısını daha fazla artırdığı tespit edilmiştir.	Yapılandırmacı kuramın temel yöntemlerinden biri olan yaratıcı dramayla öğretimin eğitimin her kademesinde kullanılması gerektiği önerisinde bulunmuştur.
Kırbaşlar ve İnce (2010)	"atom kavramı ve konularının" fen eğitim ve öğretimi sürecindeki önemiyle ve bu konularda yapılmış olan çalışmalara bazı örnekler sunulması	Doküman Analizi	Yeni müfredata göre düzenlenmiş; 2008-2009 eğitim-öğretim yılında ilköğretimde okutulan "Fen ve Teknoloji" ders kitapları; Orta öğretimde okutulan "Kimya" ve "Fizik" ders kitapları incelenmiştir.	İncelenen ders kitapları "atom, element, bileşik ve kimyasal bağlanma kavram ve konuları"nın içeriği, sınıflara göre dağılımları, bu dağılımların sistematiği ve kavramların doğruluğu açısından değerlendirilmiştir.	Araştırmacılar incelenen kitapların içeriğinde bazı kavramlarda yanlışlıklar oluşturacak eksiklikler ve yanlışlıklar tespit ederek bu eksikliğin giderilmesi ve hataların nasıl düzeltilmesi gerektiği yönünde önerilerde bulunmuşlardır.
Altuntaş-Aydın (2011)	Model ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanımının öğrencilerinin "Atomun Yapısı" konusyla ilgili anlamaları üzerindeki etkisinin belirlenmesi	Yarı Deneysel Yöntem	Atomun Yapısı Testi, Öğrenci Mülakatları (7. Sınıf Öğrencileri, n=46)	Kavramsal değişim metinleri ile modelin birlikte kullanımının öğrencilerin atomun yapısı konusundaki anlamalarını arttırmada ve kavram yanılgılarını gidermede etkili olduğu tespit edilmiştir.	Benzer çalışmaların farklı fen konuları için yapılması önerisinde bulunulmuş.

Tablo 3'ün devamı

Ataman- Mortaş (2011)	6. Sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ve bilimde model ve modelleme kavramları hakkında görüşlerini tespit ederek bu bilimsel kavramları anlamalarını artıracak bir öğretim metodunun tasarlanması	Yarı Deneysel Yöntem	Maddenin tanecikli yapısı kavram testi, bilimde model ve modelleme anketi, bilimde modeller ve modelleme hakkındaki görüşlerim, (6. Sınıf Öğrencileri, n=109)	Model temelli öğretimin 6. Sınıf öğrencilerinde kavramsal değişime ve anlama düzeyinin artmasına yardımcı olduğu tespit edilmiştir.	Daha sonra yapılacak araştırmalarda, araştırmacıların kendi animasyonlarını/ simülasyonlarını geliştirmesi önerilmiştir.
Ergün (2013)	İlköğretimle ortaöğretimdeki öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısı konusundaki başarı düzeylerini belirleyerek bu konuda var olan öğrenme zorluklarının (kavram yanlışları) iyileştirilmesi için, modele dayalı etkinliklerin etkisinin araştırılması	Tarama Tipi Araştırma Yöntemi	Maddenin Parçacıklı Yapısını Değerlendirme, Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi, (İlköğretim 4., 5., 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencileri, n=278, Lise 9., 10., 11. ve 12. Sınıf Öğrencileri, n=207)	Araştırmada öğrencilerin kullandığı renkli boncuk modellerinin ve bilgisayarda gösterilen üç boyutlu modellerin günlük hayattaki maddelerin taneciklerini temsil etmesinin kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Mülakat sonuçlarından öğrencilerin derslerde kullanılan modele dayalı etkinlikleri severek dersin işlenişinden zevk aldıkları tespit edilmiştir.	Araştırmada öğretmenlerin atom ve molekül kavramlarını öğretirken modele dayalı etkinliklere yer verilmesi gerektiğini önerilmektedir.
Saydam (2013)	Fen bilimleri öğretmen adaylarında "maddenin tanecikli yapısı" ile ilgili kavram yanlışlarının bulunup bulunmadığını ve varsa bunların neler olduğunun belirlenmesi		Maddenin Tanecikli Yapısı Kavram Testi (Lisans 1., 2., 3. ve 4. Sınıf Öğrencileri, n=260, Yarı Yapılandırılmış Görüşme, Lisans 1., 2., 3. ve 4. Sınıf Öğrencileri n=18)	Öğretmen adaylarının maddelerin taneciklerden oluştuğunu bildikleri, maddenin makroskopik boyutu ile ilgili olarak genellikle doğru yorumlar yapabildikleri tespit edilmiştir.	Öğrencilerin maddenin mikroskopik boyutuna dair anlamalarını geliştirmek için simülasyonlar, resimler vb. kullanılması ve bunların somutlaştırılması önerilmiştir.

Tablo 3'ün devamı

Adadan (2014)	Model tabanlı öğrenme ortamlarının, kimya öğretmen adayları tarafından MTY kavramı ve bilimsel modellerin doğasını anlamaları üzerine etkisinin incelenmesi	Karma Araştırma Metodu (yarı deneysel öntest-sontest karşılaştırmalı grup deseni)	Students' Understanding of Models in Science- Öğrencilerin Bilimsel Modeller ile İlgili Görüşleri, Maddenin Tanecikli Yapısı-Tanı Soruları (Lisans 3. Sınıf Öğrencileri, n=40)	Model tabanlı öğrenme ortamlarının MTY kavramında benzer kavramsal anlamalar geliştirdiği ve modelin doğasını anlamlı bir şekilde değiştirdiği tespit edilmiştir. Model tabanlı öğrenme ortamlarında MTY kavramının öğrenilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir.	MTY kavramlarıyla ilişkili yaygın kavram yanılgılarının giderilmesinde model ve modelleme sürecinin deneyimlenmesi için tasarlanan etkinliklerin ve öğretim yaklaşımlarını kimya öğretmenleri ve öğretmen eğitimcilerinin derslerinde kullanabileceği önerisinde bulunulmuştur.
Baybars ve Küçüközer (2014)	Fen Bilgisi öğretmen adaylarının "atom" kavramına yönelik sahip oldukları fikirler belirlenerek, gerçekleştirilen öğretiminin kavramsal anlama üzerindeki etkisi belirlenmesi	Nitel ve Nicel Desen Birlikte	Kavram Testi Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler	Fen Bilgisi öğretmen adaylarının öğretimden önce "atom" ile ilgili çok fazla alternatif kavram geliştirdikleri belirlenirken, öğretim sürecinden sonra "atom" ile ilgili bilimsel düzeyde daha fazla kavramların var olduğu belirlenmiştir.	
Ergün ve Sarıkaya (2014)	İlköğretim öğrencilerinin "maddenin parçacıklı yapısı" konusundaki başarı düzeylerinin belirlenmesi ve bu konulardaki sahip oldukları kavram yanılgılarının giderilmesi ile modele dayalı etkinliklerin etkisinin araştırılması	Deneysel Yöntem	Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi (Tarama Grubu 4., 5., 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencileri, n=278, Deney Grubu 4., 5., 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencileri, n=166)	Modellerle gerçekleştirilen derslerde öğrencilerde maddelerdeki makroskopik boyutlardaki değişimlerin mikroskopik boyutlarda genellemeleriyle oluşan kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir.	Öğretim ortamları düzenlenirken modellerin yer aldığı etkinliklere yer verilmesi gerektiği ve etkinliklere öğrencilerin katılımının sağlanması gerektiği ve modellerle gerçekleştirilen etkinliklerin kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olmasından dolayı fen öğretimi esnasında etkin olarak kullanılmasının sağlanması önerisinde bulunulmaktadır.

Tablo 3'ün devamı

Kenan (2014)	Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesine yönelik olarak yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline göre geliştirilen zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin öğrencilerin başarısına, alternatif kavramaları gidermeye ve bilgilerin kalıcılığına etkisinin incelenmesi	Yarı Deneysel Yöntem	Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi, Maddenin Tanecikli Yapısı Kavram Testi, Kısa Cevap Gerektiren Kavram Testi, Materyali Değerlendirme Anketi ve mülakatlar (6. sınıf Öğrencileri n=82)	Farklı konu ve kavramlarla ilgili olarak değişik tekniklerin birbirini yetersiz yönlerini ortadan kaldıracak şekilde BDÖ materyaller içerisinde birlikte kullanımının önemli olduğu tespit edilmiştir.	Çalışma sonuçlarına dayalı olarak, soyut ve mikroskobik seviyedeki kavramların öğretiminde animasyon ve simülasyonları içeren ve farklı tekniklerin kullanıldığı zenginleştirilmiş BDÖ materyallerinin geliştirilip kullanılması önerisinde bulunulmuştur.
Ormancı ve Balım (2014)	Ortaokuldaki öğrencilerin madde konusundaki fikirlerinin çizim yöntemini kullanarak belirlenmesi	Tarama Yöntemi	Çizim Testi (Ortaokul 6. ve 7. Sınıf Öğrencileri, n=38)	Atom-bileşik-karışımları içeren maddelerin çizimlerinden maddenin taneciklerini öğrencilerin anlamalarının yüksek olduğunu göstermektedir.	Madde konusunu öğretirken; öğrencilerin aktif olarak yer aldığı, günlük yaşam ile ilişkili ve disiplinler arasında yaklaşımların yer aldığı yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.
Okumuş ve diğerleri (2014)	"Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında" öğrenim görmekte olan öğrencilerin "Maddenin Tanecikli Yapısı" konusu deneyler ile bu deneylerin makro boyutta gösterimi ile anlaşılmasının sağlanması	Tek Denekli Deneysel Yöntem	Maddenin Tanecikli Yapısı Testleri (Fen Bilgisi Öğretmenliği Birinci Sınıf Öğrencileri, n=48)	Kimya kavramları çoğunlukla mikro boyutta yer aldığı için öğrenciler kimyayı anlamakta güçlük çekmektedir. Kimyasal olayları tanecik boyutunda öğrencilerin açıklayamadığı ve günlük hayatla ilişkilendiremediği tespit edilmiştir.	Konuların öğrenciler tarafından tam ve doğru olarak anlaşılması üç boyut arasındaki ilişkinin göz önünde bulundurulduğu aktif öğrenme yöntemleri, animasyonlar ve modeller gibi farklı yöntemler ve teknikler kullanılmalıdır.
Çavdar (2016)	İşbirlikli öğrenme yönteminin yedi ilke ve modellerle birlikte kullanılmasının, maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinin anlaşılmasındaki etkisinin belirlenmesi	Yarı Deneysel Desen	Kişisel Bilgi Formu, Ön Bilgi Testi, Akademik Başarı Testi, Modül Testler, Model Çizim Testleri, Kavram Testi, İşbirlikli Öğrenme Mülakat Formu (7. sınıf Öğrencileri, n=78)	Yapılan model çalışmalarının ve işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavramsal olarak anlamalarında etkili olduğu tespit edilmiştir.	"Maddenin Yapısı ve Özellikleri" ünitesinin öğretiminde işbirlikli öğrenme yöntemiyle birlikte yedi ilke ve modellerin kullanılması önerisinde bulunulmuştur.

Tablo 3'ün devamı

Çavdar ve diğerleri (2016)	Fen bilgisi eğitiminde yer alan öğrencilerin gazların tanecikli yapısı konusunu anlamaları üzerinde işbirlikli öğrenme yöntemiyle modelin etkisinin belirlenmesi	Yarı Deneysel Yöntem (ön test - son test uygulmalı)	Gazlarla İlgili Maddenin Tanecikli Yapısı Testi (Fen Bilgisi Öğretmenliği Birinci Sınıf Öğrencileri, n=79)	Öğrencilerin gazların dağılımında molekül kütleleri ile ilişkili olduğu, sıcaklık artışıyla oluşan hacim değişiminin tanecik sayısı artışıyla kaynaklandığı, gaz moleküllerinin birbiri içerisinde karışırken atomlarına ayrılarak karıştığı şeklinde yanılıklar belirlenmiştir.	Mikro boyutta anlama üzerinde etkili farklı modellerin uzun süreçte kullanılması ile öğrencilerin sahip olduğu yanılıkların giderilmesindeki etkisine bakılabileceği önerisinde bulunmaktadır.
Çavdar ve diğerleri (2016)	İlköğretim fen bilgisi öğretmenliğinin birinci sınıfında öğrenim gören öğrencilerin "maddenin tanecikli yapısı" ile ilgili anlamalarını belirleyerek kavram yanılıklarının giderilmesinde deneylerin etkisinin araştırılması	Deneysel Desen (kontrol grupsuz ön test- son test)	Maddenin Tanecikli Yapısı Testi (Lisans 1. Sınıf Öğrencileri n=105)	Uygulamadan sonra öğrencilerin anlama düzeylerinde artış gözlenmekle birlikte bu artışın yetersiz olduğu tespit edilmiştir.	Kavram yanılıklarının giderilmesinde etkili ve kavram yanılıklarının oluşumunu engellemede etkili materyallerin kullanılması önerisinde bulunmaktadır.
Demircioğlu ve diğerleri (2016)	Kavramsal değişim metinleriyle modelin bir arada kullanılmasının 7. sınıf öğrencilerinin "Atomun Yapısı" kavramını anlamalarıyla alternatif kavramların giderilmesi üzerindeki etkisinin araştırılması	Yarı Deneysel Tasarım	Test (7. Sınıf Öğrencileri, n=46)	Modelle ve kavramsal değişim metinleriyle öğretilen deney grubundaki öğrencilerin geleneksel yöntemle öğretilen kontrol grubundaki öğrencilerinden daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın içeriğinde yer alan modelin öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştırdığı belirlenmiştir.	Hazır modeller yerine öğrenciler tarafından hazırlanarak ve hazırlanan modeller üzerinde tartışmaları bir öğrenme ortamındaki model ve modellemelerin etkisinin araştırılabileceği önerisinde bulunmaktadır.
Y. İ. Şahin (2016)	Drama tekniği ile desteklenen dersin öğrencilerin başarıları ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumları üzerine etkisini belirlemeyi ve bu konudaki görüşlerinde meydana gelen değişimleri tespit edilmesi	Yarı Deneysel Yöntem	Fen ve Teknoloji Tutum Ölçeği, Yarı Yapılandırılmış Mülakat, Başarı Testi, (7. Sınıf, n=40)	Drama tekniğiyle desteklenen öğretim tekniğinin uygulandığı deney grubu ve kılavuz kitaba bağlı 5E yöntemin uygulandığı kontrol grubunun dersteki başarıları ve tutumları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.	Mülakattan elde edilen bulgulardan soyut kavramların öğretiminde drama tekniğinin etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3'ün devamı

Eryılmaz- Muştu ve Ucer (2017)	Ortaokuldaki öğrencilerin "atom" kavramıyla ilgili bilgi seviyelerini ve sahip oldukları bilgilerin hangi kaynaktan öğrendiğinin tespit edilmesi	Durum Çalışması Yaklaşımı	Açık Uçlu Sorular (Ortaokuldaki 5., 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencileri, n=90)	Atomun büyüklüğü ile ilgili olarak öğrencilerin çok küçük ifadelerle yer verdiği; "mikroskopik canlıdan küçük, evren ile mercimek gibi kıyaslamalar" ile açıklama yaptıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili kıyaslamasında bildiği kavramlara yer verdiği ve sayısal verilerle ifade ettiği tespit edilmiştir.	Yapılacak çalışmalarda farklı öğretim tekniklerine yer verilerek, öğretimin görselleştirilmesi ve soyut kavramların bilinen durumlarla analogi yapılması ile yanlış ön öğrenmelerinin ve karam yanılgılarının giderilebileceği önerisinde bulunmuşlardır.
Kılıç (2017)	"Maddenin tanecikli yapısı" ünitesinde bulunan, "maddenin tanecikli yapısı, maddenin hallerinin tanecikli yapısı, fiziksel ve kimyasal değişim ve yoğunluk" konularında öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının tespit edilmesi	Genel Tarama Tipi	Maddenin Tanecikli Yapısı Kavram Testi (6. Sınıf Öğrencileri, n=816)	Tespit edilen kavram yanılgılarının, literatürde yer alan kavram yanılgılarıyla tutarlılık gösterdiği ayrıca, literatürde yer almayan kavram yanılgıları da tespit edilmiştir.	Maddenin tanecikleri konusu soyut kavramlar içerdiğinden dolayı öğrencilerin zihinlerinde bu kavramları somutlaştırmakta zorlandıklarından dolayı öğretmenlerin, bu kavramlarla ilgili çeşitli resimler, kavram haritaları, simülasyonlar veya modellemeye dayalı teknikler kullanabileceği önerilmiştir
Kirman- Bilgin ve Yiğit (2017)	REACT stratejisine yönelik geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin "Hareketli-Boşluklu ve Tanecikli Yapı " kavramları ile bağlamları ilişkilendirmeleri üzerine etkisinin incelenmesi	Deneysel Araştırma Yöntemi (ön test-son test kontrol gruplu desen)	Bağlam Testi ve Mülakat (6. Sınıf Öğrencileri, n=101)	Öğrencilerin tanecik boyutunda değil daha çok makroskobik boyutta ilişkilendirme yapabildikleri tespit edilmiştir.	Tanecikler arası boşluk, tanecik büyüklüğü ve tanecik sayısı gibi özelliklerin ön planda tutularak, bu olaylarda meydana gelen değişimleri içeren çizim etkinliklerine daha çok yer verilmesi ve geliştirilen öğretim materyalinin daha çok bağlam örnekleriyle zenginleştirilmesi önerisinde bulunulmuştur.

Tablo 3'ün devamı

Öztürk (2017)	İyi bir eğitim ortamı için yedi ilke ile desteklenen, işbirlikli öğrenme yöntemlerinden OYU, ÖTBB ve modellerle birlikte uygulanan OYU'nun fen bilgisi öğretmenliği lisans programındaki birinci sınıfta öğrenim gören öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlamalarına etkisinin belirlenmesi	Karma Yöntem	Kişisel Bilgi Formu, Ön Bilgi Testi, Akademik Başarı Testi, Modül Testler, İyi Bir Eğitim Ortamı İçin Yedi İlke Anketi, İşbirlikli Öğrenme Yöntem Görüş Ölçeği, Görüşme Formu (Lisans 1. Sınıf Öğrencileri, n=30)	Öğrencilerin görüşlerine göre maddenin tanecikli yapısı konusunun öğretiminde modellerin ve deneylerin etkili olduğu, yine deneylerin öğrencilerin kalıcı ve somutlaştırarak öğrenmelerine ve pekiştirmelerine katkı sağladığı söylenebilir.	Lisans düzeyinde maddenin tanecikli yapısı konusunun öğretiminde, iyi bir eğitim ortamı için yedi ilkenin ve modellerin işbirlikli öğrenme yöntemleri ile birlikte kullanılmasının sağlanabileceği önerisinde bulunmaktadır.
---------------	---	--------------	---	--	--

“Maddenin tanecikli yapısı” ile ilgili Tablo 3’de yer alan çalışmalar amaçları açısından incelendiğinde; konuyla ilgili belirlenen kavramlara yönelik anlama düzeylerinin belirlendiği (Ataman-Mortaş, 2011; Demircioğlu, 2003), kavram yanılgılarının belirlendiği (Cokelez ve Dumon, 2005; Demircioğlu, 2003; Ergün ve Sarıkaya, 2014; Kenan, 2014; Kılıç, 2017; Özalp, 2008; Saydam, 2013), kavram yanılgılarının giderilmesinde modele dayalı etkinliklerin etkisinin incelendiği (Demircioğlu vd., 2016; Ergün ve Sarıkaya, 2014), konu ile ilgili belirlenen kavramlara yönelik yürütülen öğretim yönteminin etkililiği (Çavdar, 2016; Kenan, 2014) ile geleneksel öğretim yönteminin etkililiğinin karşılaştırılması (Kavak, 2007; Tuncel, 2009), modelin kavramsal değişim metinleri (KDM) ile birlikte kullanımının “Atomun Yapısı” konusuyula ilgili anlamaları üzerindeki etkisinin belirlenmesi (Altuntaş-Aydın, 2011), öğrencilerin konu ile ilgili fikirlerinin çizim ile belirlendiği (Ormancı ve Balım, 2014), maddenin parçacıklı yapısı konusundaki başarı düzeylerinin belirlenerek bu konuda var olan öğrenme zorluklarının (kavram yanılgıları) iyileştirilmesi için, modele dayalı etkinliklerin etkisinin araştırıldığı (Ergün, 2013), Model tabanlı öğrenme ortamlarının, kimya öğretmen adayları tarafından MTY kavramı ve bilimsel modellerin doğasını anlamaları üzerine etkisinin incelendiği (Adadan, 2014), “atom” kavramına yönelik sahip oldukları fikirlerin belirlenerek, gerçekleştirilen öğretiminin kavramsal anlama üzerindeki etkisi belirlendiği (Baybars ve Küçüközer, 2014; Demircioğlu vd., 2016; Şahin 2016), “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesine yönelik olarak yapılandırmacı yaklaşımın 5E modeline göre geliştirilen zenginleştirilmiş BDÖ materyalinin öğrenilen bilginin kalıcılığına etkisinin belirlendiği (Kenan, 2014), “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusu deneyler ile bu deneylerin makro

boyutta gösterimi ile anlaşılmasının sağlandığı (Okumuş vd., 2014), belirlenen konu üzerinde işbirlikli öğrenme yöntemi ve modelin etkisinin belirlendiği, (Çavdar vd., 2016; Öztürk, 2017), “maddenin tanecikli yapısı” ile ilgili anlamalarını belirleyerek kavram yanılgılarının giderilmesinde deneylerin etkisinin araştırıldığı (Çavdar vd., 2016), drama tekniği ile desteklenen dersin öğrencilerin başarıları ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumları üzerine etkisini belirlendiği ve bu konudaki görüşlerinde meydana gelen değişimlerin tespit edildiği (Y. İ. Şahin, 2016), “atom” kavramıyla ilgili bilgi seviyelerini ve sahip oldukları bilgilerin hangi kaynaktan öğrendiğinin tespit edildiği (Eryılmaz-Muştu ve Ucer, 2017), REACT stratejisine yönelik geliştirilen öğretim materyalinin öğrencilerin “Hareketli-Boşluklu ve Tanecikli Yapı ” kavramları ile bağlamları ilişkilendirmeleri üzerine etkisinin belirlendiği (Kirman-Bilgin ve Yiğit, 2017) çalışmalar olduğu görülmektedir.

“Maddenin tanecikli yapısı” ile ilgili Tablo 3’de yer alan çalışmalar yöntemleri açısından incelendiğinde; örnek olay (durum çalışması) metodolojisi (Cokelez ve Dumon, 2005; Demircioğlu, 2003; Eryılmaz-Muştu ve Ucer, 2017), yarı deneysel yöntemi (Altuntaş-Aydın, 2011; Ataman-Mortaş, 2011; Çavdar, 2016; Çavdar vd., 2016; Demircioğlu vd., 2016; Ergün ve Sarıkaya, 2014; Kavak, 2007; Kenan, 2014; Kirman-Bilgin ve Yiğit, 2017; Y. İ. Şahin, 2016; Tuncel, 2009) ve içerik analizi yöntemi (Kavak, 2007), tarama tipi araştırma yöntemi (Ergün, 2013; Kılıç, 2017; Ormancı ve Balım, 2014; Özalp, 2008), karma araştırma modeli (Adadan, 2014; Öztürk, 2017), Nitel ve nicel desen birlikte (Baybars ve Küçüközer, 2014), tek denekli deneysel yöntem (Çavdar vd., 2016; Okumuş vd., 2014) çalışmalarının olduğu görülmektedir.

“Maddenin tanecikli yapısı” ile ilgili Tablo 3’de yer alan çalışmalar örneklemeleri açısından incelendiğinde; ortaokul öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Altuntaş-Aydın, 2011; Ataman-Mortaş, 2011; Çavdar, 2016; Demircioğlu vd., 2016; Ergün ve Sarıkaya, 2014; Eryılmaz-Muştu ve Ucer, 2017; Kavak, 2007; Kenan, 2014; Kılıç, 2017; Kirman-Bilgin ve Yiğit, 2017; Ormancı ve Balım, 2014; Y. İ. Şahin, 2016; Tuncel, 2009), lise öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Cokelez ve Dumon, 2005), lisans öğrencilerinin (öğretmen adayı) örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Adadan, 2014; Baybars ve Küçüközer, 2014; Çavdar vd., 2016; Demircioğlu, 2003; Okumuş vd., 2014; Öztürk, 2017; Saydam, 2013), ortaokul ve lise öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Ergün, 2013; Özalp, 2008), olduğu görülmektedir. Çalışmaların çoğunun ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmalar olduğu görülmektedir.

“Maddenin tanecikli yapısı” ile ilgili Tablo 3’de yer alan çalışmalar veri toplama araçları açısından incelendiğinde; klinik mülakatların (Altuntaş-Aydın, 2011; Demircioğlu, 2003; Kenan, 2014; Kirman-Bilgin ve Yiğit, 2017; Y. İ. Şahin, 2016; Tuncel, 2009), anketlerin (Ataman-Mortaş, 2011; Cokelez ve Dumon, 2005; Tuncel, 2009), “Maddenin Tanecikli

Yapısı Hakkında İmaj Belirleme Testi” nin (Kavak, 2007), testin (Altuntaş-Aydın, 2011; Çavdar, 2016; Çavdar vd., 2016; Demircioğlu vd., 2016; Ergün, 2013; Okumuş vd., 2014; Özalp, 2008; Öztürk, 2017), başarı testi (Çavdar, 2016; Kenan, 2014; Öztürk, 2017; Y. İ. Şahin, 2016; Tuncel, 2009), ders kitapları (Kırbaşlar ve İnce, 2010), kavram testlerinin (Baybars ve Küçüközer, 2014; Çavdar, 2016; Ergün, 2013; Ergün ve Sarıkaya, 2014; Kenan, 2014; Kılıç, 2017; Saydam, 2013) ve görüş ölçekleri (Adadan, 2014; Ataman-Mortaş, 2011; Çavdar, 2016; Öztürk, 2017; Saydam, 2013), çizimin (Çavdar, 2016; Ormancı ve Balım, 2014), açık uçlu soruların (Eryılmaz-Muştu ve Ucer, 2017), bağlam testinin yer aldığı (Kirman-Bilgin ve Yiğit, 2017) görülmektedir.

“Maddenin tanecikli yapısı” ile ilgili Tablo 3’de yer alan çalışmalar sonuçları açısından incelendiğinde; öğretmen eğitim programlarının tasarlanması ve geliştirilmesinde kavramsal değişimleri içeren bütünleştirici öğrenme modellerine dayalı bir eğitim-öğretim anlayışının benimsenmesinin gerektiği (Demircioğlu, 2003), atomu ve atomun tanımında kullanılan bazı kavramların karıştırıldığı (Cokelez ve Dumon, 2005), Maddenin Tanecikli Doğası” ile ilgili öğretim yöntemlerinin geleneksel yöntemden daha etkili olduğu (Demircioğlu vd., 2016; Kavak, 2007; Tuncel, 2009), öğrencilerin yanılgılarının en fazla mikroskopik tanecik-makroskopik madde kategorileri arasında bulunduğu (Özalp, 2008), incelenen ders kitaplarında “atom, element, bileşik ve kimyasal bağlanma kavram ve konuları”nın içeriği, sınıflara göre dağılımları, bu dağılımların sistematigi ve kavramların doğruluğu açısından değerlendirildiği (Kırbaşlar ve İnce, 2010), KDM’ler ile modelin birlikte kullanımının öğrencilerin atomun yapısı konusundaki anlamalarını arttırmada ve kavram yanılgılarını gidermede etkili olduğu (Altuntaş Aydın, 2011), model temelli öğretimin kavramsal değişime yardımcı olduğu (Adadan, 2014; Ataman-Mortaş, 2011; Ergün, 2013; Ergün ve Sarıkaya, 2014; Öztürk, 2017), öğretmen adaylarının maddelerin taneciklerden oluştuğunu bildikleri, makroskopik madde ile ilgili olarak genellikle doğru yorumlar yapabildikleri (Saydam, 2013), öğretim faaliyetleri sonrası daha bilimsel modeller geliştirildiği (Baybars ve Küçüközer, 2014; Çavdar, 2016), farklı konu ve kavramlarla ilgili olarak değişik tekniklerin kullanılmasının, birbirinin yetersiz yönlerini ortadan kaldıracak şekilde BDÖ materyaller içerisinde birlikte kullanımının önemli olduğunun tespit edildiği (Kenan; 2014), kimya kavramlarının çoğunlukla mikro boyutta yer almasından dolayı öğrencilerin kimyayı anlamakta güçlük çektiği bu nedenle de kimyasal olayları tanecik boyutunda öğrencilerin açıklayamadığı ve günlük hayatla ilişkilendiremediği (Okumuş vd., 2014), kavram yanılgılarının belirlendiği (Çavdar vd., 2016), 5E modeline göre oluşturulan öğrenme ortamlarının derse karşı olumlu tutum geliştirmede etkili olduğu (Y. İ. Şahin, 2016), ayrıca öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili kıyaslamasında bildiği kavramlara yer verdiği (Eryılmaz-Muştu ve Ucer, 2017), bilinen ve bilinmeyen kavram yanılgılarının tespit edildiği (Kılıç,

2017), öğrencilerin makroskobik boyutta ilişkilendirdiği (Kirman-Bilgin ve Yiğit, 2017) sonuçlarına ulaşılmıştır.

“Maddenin tanecikli yapısı” ile ilgili Tablo 3’de yer alan çalışmalar önerileri açısından incelendiğinde; öğretmen adaylarına konunun öğretiminde yapılandırmacı anlayışın benimsenmesi gerektiği (Demircioğlu, 2003), tarihi modellerin doğru kavranması için amaca yönelik model oluşturulması gerektiği (Cokelez ve Dumon, 2005), çeşitli öğretim yöntemleri ile konunun işlenmesi gerektiği (Çavdar vd., 2016; Kavak, 2007; Kirman-Bilgin ve Yiğit, 2017; Ormancı ve Balım, 2014; Y. İ. Şahin, 2016; Tuncel, 2009), “maddenin tanecikli yapısıyla ilgili sahip olduğu kavram yanlışlarının belirlenerek öğrenme ortamlarını bu yanlışları önleyecek şekilde düzenlenmesi gerektiği (Özalp, 2008), incelenen kitapların içeriğinde bazı kavramlarda yanlış oluşturacak eksiklikler ve yanlışlıklar tespit ederek bu eksikliğin giderilmesi ve hataların nasıl düzeltilmesi gerektiği yönünde önerilerde bulunduğu (Kırbaşlar ve İnce, 2010), farklı konularda model ve kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanımının etkisinin araştırılabileceği (Altuntaş-Aydın, 2011), dinamik modellerin oluşturularak kullanılabilmesi (Ataman-Mortaş, 2011; Kenan, 2014), öğretmenlerin MTY kavramlarını öğretirken modele dayalı (somutlaştırıcı) etkinliklere yer verilmesi gerektiği (Adadan, 2014; Çavdar, 2016; Ergün, 2013; Ergün ve Sarıkaya, 2014; Okumuş vd., 2014; Öztürk, 2017; Saydam, 2013), modellerin araştırmacılar ya da öğretmenlerin hazır olarak sunması yerine öğrenciler tarafından hazırlanıp ve hazırladıkları modeller üzerinde tartıştıkları bir öğrenme ortamındaki model ve modellemelerin etkisinin araştırılabileceği (Demircioğlu vd., 2016), Maddenin tanecikleri konusunun öğretiminde somutlaştırmaya yönelik çeşitli resimlerin, kavram haritalarının, simülasyonların veya modellemeye dayalı teknikler kullanılabileceği (Eryılmaz-Muştu ve Ucer, 2017; Kılıç, 2007) önerisinde bulunulmuştur.

2. 2. Literatür Taraması Sonucu

Bu çalışmada “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline uygun şekilde model ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle çalışmada model veya modellemelerle öğretime yönelik, zihinsel modellere yönelik ve maddenin tanecikli yapısı konusuna yönelik çalışmalardan ulaşılabilenler incelenmiş ve özetlenmiştir (Tablo 1, 2, 3). Aşağıda bu çalışmaların analizinden elde edilen bilgilere yer verilerek bu bilgilerin mevcut çalışmayla ilişkilendirilmesi yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde modellerle öğretimin; öğrencilerde problem çözme, düşünme, karşılaştırma, analiz etme, sentez etme ve sonuca varma davranışlarını

geliştirdiği (Günbatar ve Sarı, 2005), akademik başarıyı ve hatırlama düzeyini (kalıcılığı) arttırdığı (Ulusoy, 2011), zihinsel modelleri geliştirdiği, 3 boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırabilme yeteneklerini arttırdığı (Akıllı, 2011; Minaslı, 2009) sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca modellerle gerçekleştirilen fen öğretiminin kavramsal değişimde artışa neden olduğu (Bilal, 2010), öğrencilerde bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği, öğrencilerde bilimsel bilginin varlık alanı ile ilgili görüşlerinde olumlu etki yarattığı sonuçlarına da ulaşılmıştır (Ünal-Çoban, 2009). Modellerle öğretimin literatürde yer alan bu olumlu sonuçlarından dolayı (bkz. Tablo 1) bu çalışmada “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun modellerle ve modelleme etkinlikleriyle öğretilmesinin öğrencilerin başarıları ve zihinsel modelleri üzerinde olumlu etkileri olacağı düşünülmüştür. Bu tür bir çalışmanın mevcut literatürde yer alamaması nedeniyle, literatüre de katkıda bulunulacağına inanılmaktadır.

Modellerle öğretime ilişkin literatür analiz edildiğinde; özellikle soyut nitelikteki kavramların somutlaştırılarak öğrenciler tarafından daha iyi öğrenilebildiği görülmektedir (bkz. Tablo 1). Maddenin tanecikleri konusuna yönelik literatürde ise öğrencilerin konuyla ilgili yüzeysel anlamalara ve yanlışlı anlamalara sahip oldukları ifade edilmektedir (bkz. Tablo 3). Bu çalışmalar detaylı incelendiğinde “maddenin tanecikli yapısı” konusu soyut kavramlar içerdiğinden ve öğrenciler zihinlerinde bu kavramları somutlaştırmakta zorlandıklarından dolayı öğretmenlerin, bu kavramlarla ilgili çeşitli resimler, kavram haritaları, simülasyonlar veya modellemeye dayalı teknikler kullanması önerisi karşımıza çıkmaktadır (Kılıç, 2017). Benzer şekilde başka bir çalışmada (Ergül ve Sarıkaya, 2014) kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olmasından dolayı öğretim ortamlarının düzenlenmesinde modellere yer verilmesi ve fen öğretimi esnasında etkin olarak kullanılmasının sağlanması önerisi yapılmaktadır. Tüm bu literatür dikkate alındığında, bu çalışmada “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun model ve modellemelerle öğretilmesinin öğrencilerin başarıları ve atomla ilgili zihinsel modelleri üzerinde olumlu etki yaratacağı düşünülmüştür.

Zihinsel modellerle ilgili literatürde yapılan çalışmalara baktığımızda (bkz. Tablo 2) genellikle bu çalışmaların belirlenen konuda var olan zihinsel modellerin belirlenmesine yönelik olduğunu görmekteyiz. Özellikle soyut kavramların öğrenciler tarafından nasıl daha iyi anlaşılabilirdiğinin belirlenebilmesi için, öğretim sürecinde farklı yöntemlerin denenmesi ve anlama düzeylerinin veya zihinsel modellerin nasıl etkilendiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu etkiyi belirleyebilmek için de öğretim öncesi ve sonrasında konuyla ilgili nasıl anlamalara ve nasıl bir zihinsel modele sahip olduğunun belirlenmesi gerekir. Ancak bu sayede kullanılan farklı yöntemlerin öğrencilerin soyut kavramları anlama düzeylerine ve zihinsel modellerine etkisini ortaya koymak mümkün olabilir. Nitekim literatürde bunu yapan birçok çalışma bulunmaktadır (Bkz. Tablo 2). Bu durumun yanı sıra, literatürdeki başka

çalışmalarla benzer şekilde Kurnaz'ın 2011'de "enerji konusuna yönelik" olarak Model Tabanlı Öğrenme yaklaşımına göre öğrenme ortamı tasarladığı, uyguladığı ve öğrencilerdeki alternatif fikirlerin gidermesine, eksik bilgilerin tamamlanmasına ve bu konudaki zihinsel modellerinin geliştirmesine etkilerini değerlendirdiği çalışmasında da "sonuçların farklı çalışmalarla desteklenmesi ve çalışmada temel alınan yaklaşımların farklı konulara uygulanması" önerisinde bulunulmuştur. Literatür analizi sonucunda ortaya çıkan bu durumlar dikkate alınarak; bu çalışmada da "Maddenin Tanecikli Yapısı" konusu model ve modellemelerle öğretimi planlanmış, planlanan bu öğretim sürecinin etkililiğini daha net belirleyebilmek adına ise öğrencilerin hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında atom ve yapısıyla ilgili zihinsel modelleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sayede zihinsel gelişimlerinin daha iyi ortaya konulması planlanmıştır.

Literatür taraması sonucunda genellikle öğretim ortamlarında çeşitli konuların öğretimi sürecinde hazır modellerin kullanıldığı görülmüştür. Soyut olan atom kavramının somutlaştırılması durumunda öğrencilerin atom kavramını etkin biçimde kavranacağı (Akyol, 2009) önerisiyle birlikte tarihi modellerin doğru kavranması için amaca yönelik model oluşturulması (Cokelez ve Dumon, 2005) önerisi de dikkate alınarak "Maddenin Tanecikli Yapısı" konusunun model ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve atomla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisi araştırılırken hazır modellerin yanında öğrencilerin kendi oluşturup sunduğu modellere de yer verilmeye değer görülmüştür. Özellikle atomun tarihi serüveninde öğrencilerin kendi modellerini oluşturmaları ve zihinsel modelleri üzerinde nasıl bir etki oluşturacağı araştırılmaya değer görülmüştür.

"Maddenin Tanecikli Yapısı" konusu atom, molekül gibi soyut kavramları içermektedir bu nedenle bu konunun öğretiminde model veya modellemeye dayalı öğretimin etkili olacağı düşünülmektedir. Nitekim bu çalışmada "Maddenin Tanecikli Yapısı" konusunun modellerle ve modelleme etkinlikleriyle öğretilmesinin öğrencilerin başarılarına ve zihinsel modellerine etkisinin araştırılması planlanmaktadır. Bu açıdan bakıldığında çalışmanın, model ve modellemeye dayalı öğretime ilişkin literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline uygun şekilde model ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve atomun yapısıyla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın amacı doğrultusunda bu bölümünde, “araştırma modeli, çalışma grubu, verilerin toplanması, öğretim sürecinde kullanılan modeller ve modelleme etkinlikleri, kullanılan öğretim materyallerinin geliştirilme süreci, geliştirilen materyallerin içeriği ve elde ve verilerin analizi” ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmektedir.

3. 1. Araştırma Modeli

Araştırmalarda en önemli unsurlardan birisi yöntemin belirlenmesi aşamasıdır. Yapılan çalışmanın konusu ve amacına yönelik olarak yöntem belirlenir. Yapılan bu çalışmada değişkenlerin ölçülebilmesi ve bu değişkenlerin arasında neden-sonuç ilişkisinin yer almasından dolayı deneysel yöntem seçilmiştir (Çepni, 2009). Tam deneysel yöntemde birbirine eş değer grupların oluşturulmasındaki güçlüklerden dolayı, onun yerine yarı deneysel yöntem tercih kullanılmıştır. Eğitim alanında tam deneysel çalışma yapmak güç olduğundan dolayı, mevcutta var olan gruplar arasından birbirine eşdeğer iki gruptan biri deney diğeri de kontrol grubu olarak belirlenmiş ve bu nedenle yarı deneysel yöntem tercih edilmiştir (Çepni, 2009).

Bu çalışmada “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun yapılandırmacı yaklaşımının 5E modeline uygun şekilde model ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve atomun yapısıyla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada araştırmacı tarafından tasarlanan öğretim sürecinin (bağımsız değişken), öğrencilerin başarıları ve atomla ilgili zihinsel modelleri (bağımlı değişkenler) üzerine etkisi araştırıldığından deneysel yöntemin kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Gerçekleştirilen öğretim sürecinin belirtilen değişkenler üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve bu değişkenler açısından seçilen gruplar arasında karşılaştırma yapılmasına imkân vermesi açısından da deneysel yöntem bu araştırma için oldukça uygundur.

Çalışmanın deney grubunda etkisi incelenmek istenen model ve modellemeler ile “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun öğretimi gerçekleştirilirken, kontrol grubuna ise herhangi bir müdahalede bulunulmadan mevcut programa göre öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın başlangıcında grupların benzerlik ve farklılıklarını belirlemek için “Maddenin

Tanecikli Yapısı Başarı Testi” (MTYBT) ön test olarak deney grubuna ve kontrol grubuna uygulanmıştır. Çalışmada uygulanan ön test sonuçlarına göre öğrencilerin aldıkları puanların birbirine eşit ve denk olmasından dolayı rastgele olarak çalışma gruplarından birisi deney grubunu, diğeryise kontrol grubunu oluşturacak şekilde belirlenmiştir.

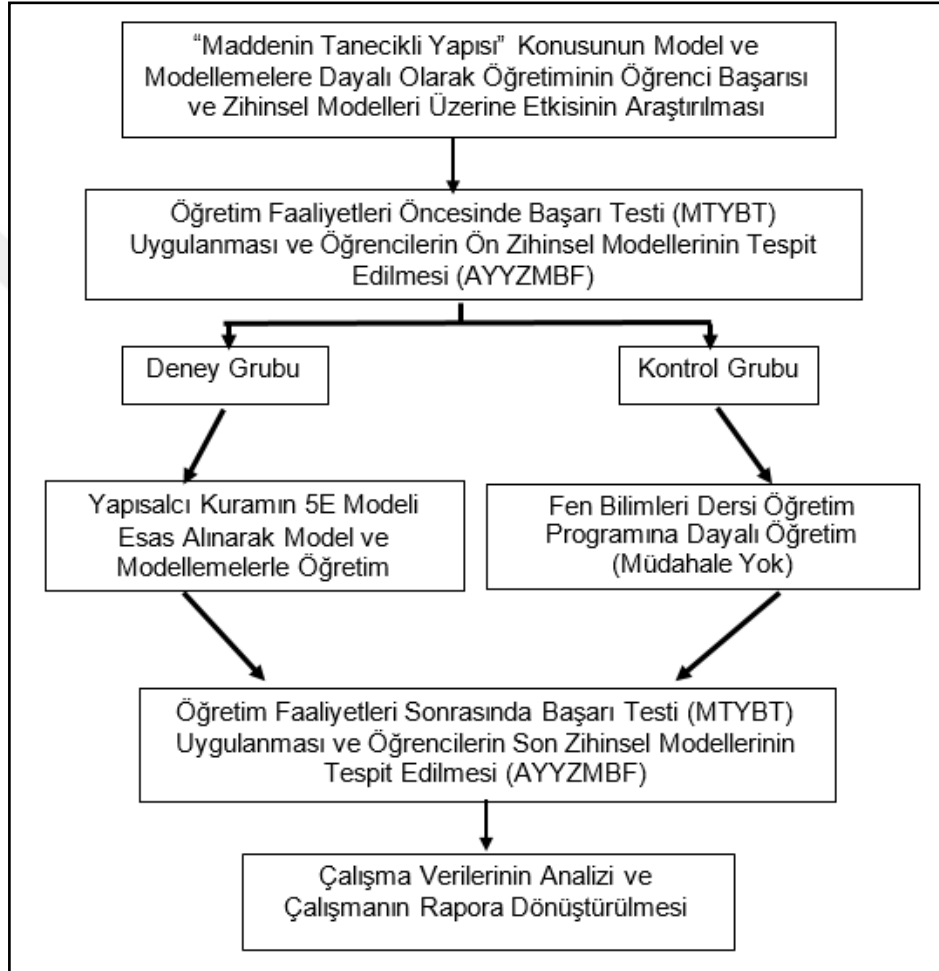
Araştırma “ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen” kullanılarak oluşturulmuş ve bu kapsamda gerçekleştirilen uygulamalar Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Araştırmadaki Deneysel Yöntem

Gruplar	Ön test	Deneysel İşlem	Son test
Deney	Başarı Testi, Zihinsel model Belirleme Formu	Model ve Modellemeye Dayalı Ders İşlenişi	Başarı Testi, Zihinsel Model Belirleme Formu
Kontrol	Başarı Testi, Zihinsel model Belirleme Formu	Öğretim Programına Dayalı Mevcut Ders İşlenişi	Başarı Testi, Zihinsel model Belirleme Formu

Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı çalışma 2017-2018 eğitim-öğretim yılında Trabzon ilinde Beşikdüzü Merkez Ortaokulunda öğrenim gören 7. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu gruplar ile gerçekleştirilmiştir. MTYBT'nin farklı 7. Sınıf şubelerine uygulanmasının ardından, eşdeğer olduğu belirlenen gruplardan biri deney, diğeri ise kontrol grubu olarak rastgele şekilde belirlenmiştir. Araştırmada yer alan gruplar deney grubu ve kontrol grubu olarak belirlendikten sonra Tablo 1’de yer aldığı gibi uygulamalar yapılmıştır. Deney grubuna ve kontrol grubuna uygulama öncesinde ön test olarak “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesindeki “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusu ile ilgili araştırmacının geliştirdiği “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi (MTYBT)” uygulanmıştır. Ayrıca yine uygulama öncesinde öğrencilerin atomun yapısıyla ilgili zihinsel modellerini tespit etmek için “Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu (AYYZMBF)” uygulanmıştır. Daha sonra “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusu deney grubunda yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline uygun şekilde modeller ve modelleme etkinlikleri kullanılarak işlenmiştir. Öğretim süreci içerisinde sadece hazır modeller kullanılmamış, öğrencilerin kendi modellerini oluşturmalarına izin veren uygulamalara da yer verilmiştir. Kontrol grubunda ise dersler fen bilimleri dersi öğretim programına (MEB, 2013) uygun olarak öğretmenin her zaman işlediği biçimde konu işlenmiş, konun öğretiminde derslerin işlenişine herhangi bir müdahale yapılmamıştır. Her iki grupta da dersler belirtilen şekilde işlendikten ve konunun öğretimi tamamlandıktan sonra hem deney

hem de kontrol grubu öğrencilerine ön testte uygulanan “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi (MTYBT)” ve “Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu (AYYZMBF)” son test olarak uygulanmıştır. Bu sayede, modellerle ve modelleme etkinlikleriyle öğretimin öğrencilerin “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki başarılarına ve atomla ilgili zihinsel modellerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın gerçekleştirilme süreci ve basamakları şema halinde Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Araştırmanın işlem basamakları şeması

3. 2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu 2017-2018 eğitim-öğretim yılında Trabzon ilinin Beşikdüzü ilçesinde bulunan Merkez Ortaokulundaki 7. Sınıfta öğrenim gören 20’şer öğrenciden oluşan iki farklı şubedeki toplam 40 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışmanın yapıldığı ortaokulda toplamda 4 tane yedinci sınıf şubesi bulunmaktadır. MTYBT’nin bu şubelerdeki öğrencilere uygulanmasının ardından, eşdeğer düzeyde oldukları belirlenen iki

şubeden biri kontrol grubunu, diğeri ise deney grubunu oluşturacak şekilde rastgele seçilmiştir. 7-B şubesi geliştirilen modellerin ve modelleme etkinliklerinin kullanıldığı deney grubunu (n=20), diğeri şube (7-A) ise MEB programına dayalı öğretimin yapıldığı ve öğretim sürecine müdahale edilmeyen kontrol grubunu (n=20) oluşturmak üzere belirlenmiştir. Ayrıca eşdeğer oldukları belirlenen ve araştırma için seçilen bu şubelerdeki kız ve erkek öğrenci sayılarının da eşit olduğu ve denk geldiği görülmüştür. Araştırma grubundaki öğrencilerin sayısı ve cinsiyetlerine göre dağılımı Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. Araştırma Grubundaki Öğrencilerin Dağılımı

Cinsiyet	Deney Grubu	Kontrol Grubu
Kız	10	10
Erkek	10	10
Toplam	20	20

Deney ve Kontrol gruplarında “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun öğretimi mevcut “Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı”na (MEB, 2013) uygun şekilde 16 saat (4 hafta) sürmüştür. Deney grubunda seçilen konu yapılandırmacı kuramın 5E modeline uygun olarak modellerle ve modelleme etkinlikleriyle işlenmiştir. Kontrol grubunda ise mevcut öğretime müdahale edilmemiş, sınıfın öğretmeni mevcut öğretim programına göre konuyu işlemiştir. Deney grubu için hazırlanan planlar ders öncesi öğretmenin uygun olduğu bir zamanda kendisiyle paylaşılmış, dersin planı üzerine konuşulmuş ve dersi adım adım nasıl işleyeceğini anlaması ve benimsemesi sağlanmaya çalışılmıştır. Deney grubunda konu işlenirken aynı zamanda derslere araştırmacı da katılmış, öğretmen dersi işlerken ihtiyaç duyduğu yerlerde ona yardım etmiştir.

3. 3. Verilerin Toplanması

Bu kısımda veri toplama araçlarının geliştirilmesi ve uygulanması sürecine yer verilmiştir. Bu araştırmada verilerin toplanması için; her ikisini de araştırmacının geliştirdiği çoktan seçmeli bir başarı testi (Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi - MTYBT) ve atomla ilgili zihinsel modeli belirlemeye yönelik açık uçlu 2 tane sorudan oluşan bir zihinsel model belirleme formu (Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu - AYYZMBF) kullanılmıştır. Bu çalışmada yer alan veri toplama araçlarının geliştirilme aşamaları ayrıntılı olarak aşağıda yer alan alt başlıklarda açıklanmıştır.

3. 3. 1. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada verilerin toplanmasında; araştırmacı tarafından geliştirilen çoktan seçmeli sorulardan oluşan başarı testi ve zihinsel modelin belirlenmesi için iki aēık uēlu sorudan oluşan bir zihinsel model belirleme formu kullanılmıştır. Bu bōlümde sırasıyla bu veri toplama araçları tanıtılacaktır. Araştırmada öērencilerin başarılarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanıp geēerlilik ve güvenilirliēi test edilip uygun hale getirilen MTYBT (Ek 1) ve araştırmacı tarafından uzman görüşleri de alınarak oluşturulmuş atomun yapısıyla ilgili zihinsel modeli belirleme formu (Ek 2) kullanılmıştır.

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

Araştırmada, geēekleřtirilen öēretim sürecinin öērenci başarisına etkisini belirlemek amacıyla “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi (MTYBT)” kullanılmıştır.

Öērenci başarisının ölçülmesinde birēok yöntem kullanılmakla birlikte en çok kullanılanlardan bir tanesi çoktan seçmeli testlerdir. Bu ęalıřmada modeller ve modellemeler ile öēretimin öērenci başarisına etkisini araştırmak amacıyla çoktan seçmeli bir başarı testi olan MTYBT 2013 Fen Bilimleri Dersi Öēretim Programı’ndaki (MEB, 2013) kazanımlara uygun olarak araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Öncelikle ortaokul 7. sınıf “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde yer alan “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun kazanımları belirlenmiş ve bir belirtke tablosu oluşturulmuştur. Daha sonra her kazanımdan 4’er soru olacak şekilde, konudaki 5 kazanımı iēeren toplam 20 adet çoktan seçmeli soru araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Daha sonra geliştirilen test, kimya eēitimi alalındaki bir öēretim üyesine, fen bilimleri eēitimi alanındaki iki öēretim üyesine ve dōrt tane fen bilimleri öēretmenine incelettirilerek, onların görüş ve önerileri doērultusunda sorulara pilot uygulama öncesindeki son hali verilmiştir. Sonrasında 7. sınıfta “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesini işlemiş olan toplam 58 öērenciyle MTYBT’nin pilot uygulaması yürütölmüştür. Pilot ęalıřma sonrası madde analizleri yapılarak, her bir maddenin güçlük indeksleri ve ayırıcılık gücü indeksleri hesaplanmıştır. Pilot uygulama sonucunda başarı testinin her bir maddesinin güçlük ve ayırt edicilik deēerleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Başarı Testi Maddenin Güçlük ve Ayırt Edicilik Değerleri

Sorular	Doğru Cevap Seçeneği	Madde Güçlük İndeksi (p)	Madde Ayırt Edicilik İndeksi (r)
1.	D	0,55	0,41
2.	D	0,45	0,14
3.	C	0,72	0,41
4.	B	0,84	0,31
5.	B	0,41	0,34
6.	B	0,71	0,31
7.	A	0,60	0,38
8.	B	0,77	0,03
9.	C	0,76	0,34
10.	C	0,72	0,34
11.	A	0,69	0,48
12.	A	0,22	0,24
13.	C	0,60	0,59
14.	D	0,5	0,24
15.	A	0,64	0,59
16.	A	0,64	0,38
17.	D	0,48	0,48
18.	B	0,45	0,28
19.	D	0,69	0,41
20.	C	0,74	0,31

Test geliştirme ilkelerine göre; bir maddenin ayırt edicilik indeksi 0,30 ve üzerinde olduğunda bu madde bilen ve bilmeyeni “iyi” ayırt edebilen bir maddedir. Ayırt ediciliği 0,20-0,29 arasında olan maddeler ise düzeltilerek kullanılabilir. Bu nedenle kapsam geçerliliğini sağlamak adına 0,20 ile 0,29 arasında ayırt edicilik indeksine sahip olan maddeler, düzeltme işlemi yapılarak başarı testine alınabilir (Büyüköztürk, 2004). Çalışmada yer alan 0.24 ayırt edicilik değerine sahip olan 12. ve 14. sorularda seçenekler zorlaştırıldı ve 0.28 ayırt edicilik indeksine sahip olan 18. soruda da anlaşılmasındaki güçlüklerden dolayı ifade düzeltmesi yapılarak yeniden düzenlenip teste dâhil edilmiştir.

Bunun yanında pilot çalışma sonrası MTYBT’deki uygun olmayan iki madde testten çıkarılmıştır. Bunlar 0.14 ayırt edicilik indeksine sahip olan 2. ile 0.03 ayırt edicilik indeksine sahip

olan 8. soru ayırt ediciliği düşük olduğundan dolayı testte dâhil edilmemiştir. Kalan 18 sorunun numarası ve seçenek dağılımı tekrar gözden geçirilerek MTYBT'ne (Ek 1) son şekli verilmiştir.

Başarı testinin ortalama güçlüğü 0.61, ortalama ayırt ediciliği ise 0,35 olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda başarı testinin güçlük düzeyinin orta düzeyde, ayırt ediciliğinin ise iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Başarı testinin pilot uygulamasının sonucunda KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,85 olarak belirlenmiştir. Madde istatistiklerinin analizi ile ilgili olarak çok sayıda istatistiksel formüller geliştirilmiş olmasına rağmen "Kuder-Richardson 20" en fazla tercih edilendir. Test maddelerinin doğru cevabına 1 puan, yanlış veya boş olan cevaba 0 (sıfır) puan verilerek puanlama yapıldığı testlerde kullanılır (Büyüköztürk, 2010; Tan, Kayabaşı ve Erdoğan, 2002). Salvucci, Walter, Conley, Fink and Saba (1997), yaptıkları çalışmalarında KR-20 güvenilir katsayısının "0,5'ten az olduğunda güvenilirliğinin düşük, 0,5 ve 0,8 arasında olduğunda güvenilirliğin orta seviyede ve 0.8'den büyük olduğunda güvenilirliğin yüksek" olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Bu çalışmada KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,85 olarak hesaplanmış olduğundan güvenilir bir testtir. Madde analizleri yapılarak oluşturulmuş olan MTYBT'nin bu haliyle "Maddenin Tanecikli Yapısı" konusundaki 5 kazanımı istenilen düzeyde ölçtüğü ve testin güvenilirlik sayısının yüksek olduğu söylenebilir.

MTYBT'nin çalışmada kullanılan son hali için, testteki her maddenin hangi kazanımları ölçtüğü Tablo 4'teki belirtke tablosunda görülmektedir. Belirtke tablosunda görüldüğü gibi teste 1. 2. ve 3. kazanımdan 4'er soru testte yer alırken 4. ve 5. kazanımlardan 3'er tane soru yer almaktadır. Bunun sebebi 0.14 ayırıcılık indeksine sahip olan 2. sorunun ve 0.03 ayırıcılık indeksine sahip olan 8. Sorunun (bkz. Tablo 3) ayırt ediciliğinin düşük olması sebebiyle testten çıkarılmasıdır. Bu sorulardan 2. soru 4. kazanım ile ilgili ve 8. soruda 5. kazanım ile ilgili olduğundan bu soruların çıkarılmış olması bu kazanımlar ile ilgili 3'er soru kalmasına sebep olmuştur. Testin son halinde 18 sorudan oluşmaktadır. Oluşturulan, MTYBT'nin uygulamada kullanılacak olan son şeklinin yer aldığı soru-kazanım ilişkisi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. MTYBT'de Yer Alan Kazanım-Soru İlişkisi

Kazanımlar	Soru Numarası
“7.3.1. Maddenin Tanecikli Yapısı”	
“7.3.1.1. Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir.”	1, 3, 4, 7
“7.3.1.2. Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular.”	5, 9, 12, 13
“7.3.1.3. İyonların nasıl oluştuğunu kavrar, anyon ve katyonlara örnekler verir.”	6, 10, 14, 16
“7.3.1.4. Aynı ya da farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını kavrar.”	2, 8, 11
“7.3.1.5. Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar.”	15, 17, 18

3. 3. 1. 2. Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu

Araştırmada uygulama öncesindeki ve uygulama sonrasındaki öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemek amacıyla “Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu (AYYZMBF)” deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu, hem yazmayı hem çizimi gerektiren bir soru ile yine sadece yazmayı gerektiren bir soru olmak üzere iki açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Bu formda öğrencilere “Sizce atomun yapısı nasıldır? çizerek açıklayınız.” sorusu ile “Sizce atomun büyüklüğü ne kadardır. Atomun büyüklüğünü bir şey ile kıyaslayarak nasıl anlatırsınız.” soruları yöneltilmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen bu form, fen eğitiminde uzman üç öğretim üyesi ve iki fen bilimleri dersi öğretmenine de incelenerek ve onların da fikirleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu'nun son hali Ek 2'de verilmiştir.

3. 4. Öğretim Sürecinde Kullanılan Modeller ve Modelleme Etkinlikleri

“Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun modeller ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmanın bu bölümünde geliştirilen ve kullanılan materyallerden örnekler tanıtılmaktadır.

Çalışmada kullanılan öğretim materyalleri ile veri toplama araçlarının Beşikdüzü'ndeki bir ortaokulda öğrenim gören 7. sınıftaki 10 öğrenci (1 Erkek, 9 Kız) ile pilot uygulaması yapılmıştır. Böylece çalışmada kullanılacak etkinliklerin, öğretim materyallerinin ve ölçme araçlarının anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliği artırılmaya çalışılmıştır. Pilot uygulama

çalışmadan 1 hafta öncesine kadar bu grupta uygulanmıştır. Bu sayede hem veri toplama araçlarında görülen eksiklikler hem de uygulama esnasında kullanılan etkinliklerde ve öğretim materyallerinde anlaşılmayan kısımlar yeniden düzenlenmiştir.

Bu çalışmada deney grubunda “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusu işlenirken hem hazır modeller yani araştırmacı tarafından oluşturulmuş modeller kullanılmış, hem de öğrencilerin kendi modellerini oluşturmalarına imkân veren uygulamalara/etkinliklere yer verilmiştir. Tablo 8’de deney grubunda konu işlenirken hangi kazanımlara yönelik modellere ve modelleme etkinliklerine yer verildiği gösterilmektedir.

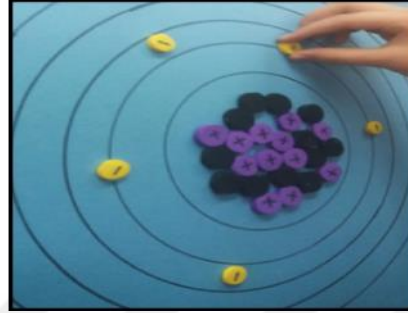
Tablo 8. Kazanımlara Yönelik Öğretim Sürecinde Kullanılan Modeller ve Modelleme Etkinlikleri

Kazanımlar	Modeller (Araştırmacı Tarafından Oluşturulan Modeller)	Modelleme Etkinlikleri (Öğrencilerin Konu İşlenirken Oluşturduğu Modeller)
“7.3.1.1. Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir.”	“Maddenin En Küçük Taneciğinin İçinde Neler Var” “Doğru mu? Yanlış mı?” “Özelliklerini İşaretle”	“Atom Modelim” “Kavram Haritasını Tamamlayalım”
“7.3.1.2. Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular.”	“Tarihsel Atom Modellerini Keşfediyorum.” “Atom Hakkındaki Fikirlerin Tarihsel Değişimi” “Atom Modelleri” “Doğru mu? Yanlış mı?”	“Dalton Atom Modeli Yapıyorum” “Thomson Atom Modeli Yapıyorum” “Rutherford Atom Modeli Yapıyorum” “Bohr Atom Modeli Yapıyorum” “Modern Atom Modeli Yapıyorum”
“7.3.1.3. İyonların nasıl oluştuğunu kavrar, anyon ve katyonlara örnekler verir.”	“İyonları Keşfediyorum” “İyon Modeli Oluyorum” “Anyon mu? Katyon mu? Nötr mü?” “Doğru mu? Yanlış mı?” “Atom Modelleri Sepete” “Anyon mu? Katyon mu?”	“İyon Modeli Yapıyorum” “Yükleri Yerleştirip Modelimi Çiziyorum”
“7.3.1.4. Aynı ya da farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını kavrar.”	“Doğru mu? Yanlış mı?” “Modelleri inceleyip soruları cevaplandırıyorum”	“Molekül Modeli Yapıyorum” “Moleküller Yapıyorum” “Kendi Molekül Modelimi Oluşturuyorum”
“7.3.1.5. Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar.”		“Zarfı Açıyorum Molekülü Yapıyorum”

Tablo 8’de her bir kazanımla ilgili öğretim sürecinde kullanılan modeller ve öğrencilerin yaptığı modelleme ile ilgili etkinlikler yer almaktadır. Deney grubunda öğretim sürecinde kullanılan bu modeller ve modelleme etkinlikleri Ek 4’teki ders planları içerisinde

görülebilmektedir. Okuyucu için deney grubunda kullanılan hazır modellere ve modelleme etkinliklerine birer örnek aşağıda verilmiştir.

Araştırmacının geliştirdiği ve sınıf ortamında kullanılan modellerden bir tanesi "Maddenin En Küçük Taneciğinin İçinde Neler Var?" isimli etkinlikte kullanılan modeldir. Öğrencilerin atomun yapısı ve yapısındaki temel parçacıkları kavramalarını sağlamak için dersin keşfetme aşamasında kullanılan bu model Şekil 3'te verilmektedir.



Şekil 3."Maddenin en küçük taneciğinin içinde neler var" isimli etkinlikte kullanılan araştırmacı tarafından yapılmış hazır model

Şekil 3'te görülen bu modelde; çekirdeğin temsil edildiği bölgede (orta kısım) fon kartonunun arkasında mıknatıslar bulunmaktadır. Yine benzer şekilde, katmanların temsil edildiği çizgilerin arkasında bazı yerlerde (temsil edilen atoma uygun şekilde) fon kartonunun arkasında demir parçaları bulunmaktadır. Bu fon kartonunun arkası ikinci bir fon kartonu ile kaplanarak arka kısım boş görünmektedir. Ön tarafta elektronu temsil eden evadan yapılmış sarı yapının içinde mıknatıs bulunmaktadır ancak çekirdekteki ile aynı kutupludur. Bu nedenle sadece katmanlarda kendine yer bulabilmektedir. Protonu temsil eden mor yapıların ve nötronları temsil eden siyah yapının içinde de demir parçaları bulunduğu için arkasında demir bulunan katmanlara yerleşememekte; sadece çekirdeği temsil eden orta bölgeye yerleşebilmektedir. Öğrenciler ellerinde bulunan bu parçacıklarla uğraşarak, deneme ve yanımlarla maddenin en küçük taneciği olan atomun içindeki parçacıkların ne olduğu ve bu parçacıkların atomun hangi bölgesinde yer aldıklarını keşfetmeleri/öğrenmeleri beklenmektedir. Araştırmacı tarafından geliştirilen ve uygulamada kullanılan bu hazır modelin ders içerisinde nasıl kullanıldığı Ek 4'teki ders planında detaylı anlatılmaktadır.

Çalışmada araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve ders işlenişinde kullanılan hazır modellerin yanı sıra, öğrencilerin modelleme yapmalarını gerektiren etkinlikler de bulunmaktadır. Bunlardan birisi; "Atom Modelim" isimli modelleme etkinliğidir. Bu etkinlik dersin keşfetme aşamasında kullanılmış ve öğrencilerin kendi modellerini oluşturmaları

sağlanmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin öğretim süreci içerisindeki modelleme etkinlikleri sonucunda oluşturdukları modellerden bazı örnekleri Şekil 4'te sunulmaktadır. Araştırmacı tarafından geliştirilen ve uygulamada kullanılan bu modelleme etkinliğinin ders içerisinde nasıl kullanıldığı Ek 4'teki ders planında detaylı anlatılmaktadır.

Deney grubundaki öğrencilerin öğretim süreci içerisindeki modelleme etkinlikleri sonucunda oluşturdukları modellerden bazı örnekleri Şekil 4'te sunulmaktadır.



Şekil 4. Deney grubundaki öğrenciler tarafından modelleme etkinlikleri sonucunda oluşturulan model örnekleri

Ek 4'deki ders planlarından da görülebileceği gibi, genellikle modelleme etkinliklerinin derslerin derinleşme bölümlerinde öğrencilerin öğrendiklerini uygulamaları maksadıyla kullanıldığı görülmektedir. Bazı ders planlarında keşfetme basamağında da modelleme etkinliklerine yer verildiği görülmektedir. Yine derslerin özellikle değerlendirme bölümlerinde de çeşitli model türlerine yer verildiği görülmektedir.

3. 5. Verilerin Analizi

“Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun model ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarısına ve atomun yapısıyla ilgili zihinsel modellerine etkisinin incelendiği çalışmanın bu bölümünde; veri toplama aracı olarak kullanılan “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi” ve “Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu” ndan elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğine yönelik detaylı bilgiler yer almaktadır.

3. 5. 1. Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi'nden Elde Edilen Verilerin Analizi

“Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi” deney ve kontrol grubu öğrencilerinin her ikisine de ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Bu uygulamalardan elde edilen veriler analiz edilirken istatistiksel hesaplamalar kullanılmıştır. Modeller ve modelleme etkinlikleri

yoluyla öğretimin başarıya etkisini belirleyebilmek için öncelikle tüm öğrencilerin testten aldığı toplam puanlar hesaplanmıştır. Puanlama yapılırken her bir doğru cevap 1 (bir), yanlış cevap 0 (sıfır) olacak şekilde puanlanmış, daha sonra elde edilen puanlar 100'lük sistemdeki puanlara dönüştürülmüştür. Sonraki adımda gerçekleştirilen öğretim sürecinin etkililiğini belirlemek amacıyla, öğrencilerin ön ve son testlerden aldıkları puanlar SPSS 21.0 paket programına girilmiş ve uygun analizler yapılmıştır. Verilerin "Analizinde Mann-Whitney U Testi" kullanılmıştır. "Mann-Whitney U Testi" bağımsız örneklem "t-testinin" parametrik olmayan karşılığıdır. Bu test, karşılaştırılacak gruplardaki örneklem sayısının 30'un altında olduğu durumlarda ve verilerin normal dağılıma uymadığı durumlarda kullanılır. Araştırmamızda yer alan deney ve kontrol gruplarının öğrenci sayıları 20 olduğundan yapılan çalışmada grupların ön-test ve son-test karşılaştırılmasında parametrik olmayan bu test kullanılmıştır.

"Wilcoxon İşaretli Sıralar Toplamı Testi" bir grubun iki farklı zamanda toplanan verilerinin birbiriyle karşılaştırmasını yapar. Bu test parametrik testlerdeki bağımlı örneklem t-testinin parametrik olmayan karşılığıdır. Çalışmada kontrol grubu örneklem sayısı 30'dan düşük olduğundan istatistiksel açıdan daha doğru olan "Wilcoxon İşaretli Sıralar Toplamı Testi" kullanılmıştır.

Verilerin analizi sonucu ortaya çıkan bulgular, araştırmanın "Bulgular" bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir.

3. 5. 2. Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formundan Elde Edilen Verilerin Analizi

Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu'ndan elde edilen verilerin analizi için betimsel analize yer verilmiştir. Verilerin toplanması aşamasında öğrencileri belirtmek için kodlar kullanılmıştır. Kodlamalarda kontrol grubunu ifade etmek için K ön eki, deney grubunu ifade etmek için ise D ön eki kullanılmıştır. Aynı zamanda ön uygulamayı ifade etmek için Ö, son uygulamayı ifade etmek için ise S son eki kullanılmıştır. Buna göre örneğin D1Ö kontrol grubundaki birinci öğrencinin uygulama öncesindeki zihinsel modelini/veya çizimini ifade etmektedir. Benzer şekilde D7S deney grubundaki yedinci öğrencinin uygulama sonrasındaki zihinsel modelini/veya çizimini ifade etmektedir. Nitel veriler tablolaştırılarak kategoriler oluşturulmuş ve sayısallaştırılmıştır. Zihinsel modellerin tespiti için oluşturulan iki sorunun analizi için öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar gruplandırılarak ve tekrar etme düzeyleri belirlenerek veriler analiz edilmiş ve bulgular kısmında belirtilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline göre göre şekillendirilmiş model ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve zihinsel modelleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Belirtilen bu amaca yönelik araştırmada verilerin toplanması için kullanılan “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi” ve “Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu” ndan elde edilen bulgular verilerin toplanma şekline göre ayrı başlıklar oluşturacak şekilde bu bölümde yer almaktadır.

4. 1. Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular

“Maddenin Tanecikli Yapısı” konusuyla ilgili olarak öğrencilerin uygulama öncesindeki ve uygulama sonrasındaki başarılarını ölçmek için MTYBT deney ve kontrol grubuna uygulanmıştır. Bu bölümde MTYBT’den elde edilen verilerin bulguları; “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testinden Elde Edilen Detaylı Bulgular ve “Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testinden Elde Edilen Genel Bulgular” olarak ayrı başlıklar şeklinde yer almaktadır.

4. 1. 1. Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testinden Elde Edilen Detaylı Bulgular

“Maddenin Tanecikli Yapısı” konusuyla ilgili olarak öğrencilerin uygulama öncesindeki ve uygulama sonrasındaki başarılarını ölçmek için MTYBT deney ve kontrol grubuna uygulanmıştır. Bu bölümde MTYBT’den elde edilen bulgular detaylı olarak yer almaktadır.

MTYBT’de yer alan birinci, üçüncü, dördüncü ve yedinci sorular, “7.3.1.1. *Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir.*” kazanımıyla ilgilidir. Birinci, üçüncü, dördüncü ve yedinci sorulara öğrencilerin verdiği cevapların frekans ve yüzdeleri dağılımının ön ve son testteki değişimi Tablo 9’da yer almaktadır.

Tablo 9. Deney ve Kontrol Grubunun 7.3.1.1. Kazanımıyla İlgili Sorulara Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Yanıtlar	Ön Test				Son Test			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		n	%	n	%	n	%	n	%
1.	Doğru	12	60	11	55	19	95	16	80
	Yanlış	8	40	9	45	1	5	19	95
3.	Doğru	11	55	12	60	11	55	15	75
	Yanlış	9	45	8	40	9	45	5	25
4.	Doğru	12	60	13	65	18	90	5	25
	Yanlış	8	40	7	35	2	10	15	75
7.	Doğru	4	20	12	60	19	95	13	65
	Yanlış	16	80	8	40	1	5	7	35

Tablo 9'a baktığımızda "Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir." kazanımıyla ilgili olan 1. soruyu deney grubundaki ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesine göre doğru cevaplama oranının arttığı görülmektedir. Uygulama öncesinde 1. soru deney grubundaki öğrencilerin %60'ı kontrol grubundaki öğrencilerin ise %55'i tarafından doğru cevaplanırken, uygulama sonrasında bu oranlar sırasıyla %95 ve %80 olmuştur. Uygulama öncesinde ve sonrasında 3. soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısında deney grubunda herhangi bir değişiklik olmazken (%55), kontrol grubunda %60'tan %75'e çıkan bir artış olduğu görülmektedir. 4. soruyu doğru cevaplayanların deney grubunda uygulama öncesine göre uygulama sonrasında belirgin bir şekilde arttığı (%60'tan %90'a) görülürken, kontrol grubunda doğru cevaplayanların oranının %65'ten %25'e düştüğü görülmektedir. 7. soruyu ise deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesine göre uygulama sonrasında belirgin bir farkla doğru cevapladığı (%20'den %95'e) görülürken, kontrol grubunda ise uygulama öncesi soruyu cevaplayanların oranının %60 uygulama sonrasında ise %65 olduğu görülmektedir.

MTYBT'de yer alan beşinci, dokuzuncu, on ikinci ve on üçüncü sorular "7.3.1.2. Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular." kazanımıyla ilgilidir. Beşinci, dokuzuncu, on ikinci ve on üçüncü sorulara öğrencilerin verdiği cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımının ön ve son testteki değişimi Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 10. Deney ve Kontrol Grubunun 7.3.1.2. Kazanımıyla İlgili Sorulara Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Yanıtlar	Ön Test				Son Test			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		n	%	n	%	n	%	n	%
5.	Doğru	16	80	2	10	16	80	9	45
	Yanlış	4	20	18	90	4	20	11	55
9.	Doğru	4	20	6	30	15	75	11	55
	Yanlış	16	80	14	70	5	25	9	45
12.	Doğru	2	10	6	30	11	55	10	50
	Yanlış	18	90	14	70	9	45	10	50
13.	Doğru	11	55	8	40	17	85	12	60
	Yanlış	9	45	12	60	3	15	8	40

Tablo 10'a baktığımızda "Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular." kazanımı ile ilgili yer alan sorulardan 5. sorunun deney grubunda uygulama sonrasında, öncesine göre doğru cevaplanma oranında bir değişiklik olmadığı (%80) görülürken, kontrol grubunda uygulama öncesi %10 olan doğru cevaplanma oranının uygulama sonrasında %45 olduğu görülmektedir. Uygulama öncesinde 9. soru deney grubundaki öğrencilerin %20'si kontrol grubundaki öğrencilerin ise %30'u tarafından doğru cevaplanırken, uygulama sonrasında bu oranlar sırasıyla %75 ve %55 olmuştur. On ikinci sorunun uygulama öncesi doğru cevaplanma oranları deney ve kontrol grubunda sırasıyla %10 ve %30 iken, uygulama sonrasında bu oranlar sırasıyla %55 ve %50 olmuştur. 13. sorunun ise uygulama öncesinde doğru cevaplanma oranları deney ve kontrol grubunda sırasıyla %55 ve %40 iken, uygulama sonrasında bu oranların sırasıyla %85 ve %60 olduğu görülmektedir.

MTYBT'de yer alan altıncı, onuncu, on dördüncü ve on altıncı sorular "7.3.1.3. İyonların nasıl oluştuğunu kavrar, anyon ve katyonlara örnekler verir." kazanımıyla ilgilidir. Altıncı, onuncu, on dördüncü ve on altıncı sorulara öğrencilerin verdiği cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımının ön ve son testteki değişimi Tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 11. Deney ve Kontrol Grubunun 7.3.1.3. Kazanımına İlgili Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Yanıtlar	Ön Test				Son Test			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		n	%	n	%	n	%	n	%
6.	Doğru	2	10	7	35	14	70	10	50
	Yanlış	18	90	13	65	6	30	10	50
10.	Doğru	3	15	3	15	18	90	5	25
	Yanlış	17	85	17	85	2	10	15	75
14.	Doğru	5	25	3	15	16	80	8	40
	Yanlış	15	75	17	85	4	20	12	60
16.	Doğru	5	25	4	20	2	10	5	25
	Yanlış	15	75	16	80	18	90	15	75

Tablo 11’de “İyonların nasıl oluştuğunu kavrar, anyon ve katyonlara örnekler verir.” kazanımı ile ilgili yer alan sorulardan 6. sorunun deney grubundaki ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesine göre doğru cevaplama oranının arttığını görmekteyiz. Uygulama öncesinde 6. soru deney grubundaki öğrencilerin %10’u, kontrol grubundaki öğrencilerin ise %35’i tarafından doğru cevaplanırken, uygulama sonrasında bu oranlar sırasıyla %70 ve %50 olmuştur. Uygulama öncesinde deney grubu ve kontrol grubunda 10. soruyu doğru cevaplama oranı %15 olmakla birlikte uygulama sonrasında deney grubunda %90’a çıkan bir artış olduğu görülürken, kontrol grubunda ise %25’e çıkan bir artış olduğu görülmektedir. 14. soruyu doğru cevaplayanların deney grubunda uygulama öncesine göre uygulama sonrasında belirgin bir şekilde arttığı (%25’ten %80’e) görülürken, kontrol grubunda doğru cevaplayanların oranının %15’ten %40’a çıktığı görülmektedir. Uygulama öncesinde 16. soruyu deney grubunda doğru cevaplama oranının %25 olduğu, kontrol grubunun ise doğru cevaplama oranının %20 olduğu görülürken, deney grubunda uygulama sonrasında bu oran %10’a düşerken, kontrol grubunda bu oranın %25’e çıktığı görülmektedir.

MTYBT’de yer alan iki, sekiz ve on birinci sorular “7.3.1.4. Aynı ya da farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını kavrar.” kazanımıyla ilgilidir. İki, sekiz ve on birinci sorulara öğrencilerin verdiği cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımının ön ve son testteki değişimi Tablo 12’de yer almaktadır.

Tablo 12. Deney ve Kontrol Grubunun 7.3.1.4. Kazanımına İlgili Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Yanıtlar	Ön Test				Son Test			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		n	%	n	%	n	%	n	%
2.	Doğru	15	75	16	80	17	85	19	95
	Yanlış	5	25	4	20	3	15	1	5
8.	Doğru	16	80	11	55	19	95	18	90
	Yanlış	4	20	9	45	1	5	2	10
11.	Doğru	10	50	11	55	18	90	11	55
	Yanlış	10	50	9	45	2	10	9	45

Tablo 12’de “Aynı ya da farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını kavrar.” kazanımıyla ilgili yer alan sorulardan 2. sorunun deney grubunda doğru cevaplama oranının %75 olduğu görülürken kontrol grubunda bu oranın %80 olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında deney ve kontrol grubunda doğru cevaplandırma oranı artış göstererek deney grubunda %85’e kontrol grubunda ise %95’e çıktığı görülmektedir. Uygulama öncesinde 8. soruyu deney grubunda doğru cevaplandırma oranının %80 olduğu görülürken bu oranın kontrol grubunda %55 olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında deney grubunda doğru cevapların oranı %95’e çıkarken kontrol grubunda %90’a çıktığı görülmektedir. Deney grubunda uygulama öncesinde 11. soruyu doğru cevapların oranı %50 iken uygulama sonrasında %90’a çıkan bir artış olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda ise doğru cevaplayan öğrenci sayısında herhangi bir değişiklik olmadığı ve doğru cevaplama oranının %55 olarak kaldığı görülmektedir.

MTYBT’de yer alan on beş, on yedi ve on sekizinci sorular “7.3.1.5. Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar.” kazanımıyla ilgilidir. On beş, on yedi ve on sekizinci sorulara öğrencilerin verdiği cevaplarının frekans ve yüzdeler dağılımının ön ve son testteki değişimi Tablo 13’te yer almaktadır.

Tablo 13. Deney ve Kontrol Grubunun 7.3.1.5. Kazanımıla İlgili Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Yanıtlar	Ön Test				Son Test			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		n	%	n	%	n	%	n	%
15.	Doğru	11	55	11	55	17	85	15	75
	Yanlış	9	45	9	45	3	15	5	25
17.	Doğru	7	35	5	25	11	55	11	55
	Yanlış	13	65	15	75	9	45	9	45
18.	Doğru	5	25	8	40	15	75	15	75
	Yanlış	15	75	12	60	5	25	5	25

Tablo 13'te "Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar." kazanımı ile ilgili yer alan 15. soruyu uygulama öncesinde deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin doğru cevaplama oranının %55 olduğu görülürken uygulama sonrasında deney grubunda bu oran artarak %85'e çıktığı, kontrol grubunda ise %75'e çıktığı görülmektedir. Uygulama öncesinde 17. soruyu deney grubundaki öğrencilerin doğru cevaplama oranının %35 olduğu görülürken bu oran kontrol grubunda %25 olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında deney grubu ve kontrol grubunda bu oran %55 olduğu görülmektedir. 18. soruyu deney grubundaki ve kontrol grubundaki öğrencilerin doğru cevaplama oranının arttığı görülmektedir. Uygulama öncesinde 18. soruyu deney grubundaki öğrencilerin %25'i kontrol grubundaki öğrencilerin ise %40'ı tarafından doğru cevaplanırken, uygulama sonrasında bu oranlar %75 olmuştur.

4. 1. 2. "Maddenin Tanecikli Yapısı" Başarı Testinden Elde Edilen Genel Bulgular

"Maddenin Tanecikli Yapısı" konusuyla ilgili olarak öğrencilerin uygulama öncesindeki ve uygulama sonrasındaki başarılarını ölçmek için "MTYBT" deney ve kontrol grubuna uygulanmıştır. Bu bölümde MTYBT'den elde edilen bulgular genel olarak yer almaktadır.

Öğrencilerin uygulama öncesindeki başarılarını ölçmek için MTYBT deney ve kontrol grubuna uygulanmış ve öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevapların frekans ve yüzdelерinin yer aldığı bulgular aşağıda Tablo 14'de verilmiştir.

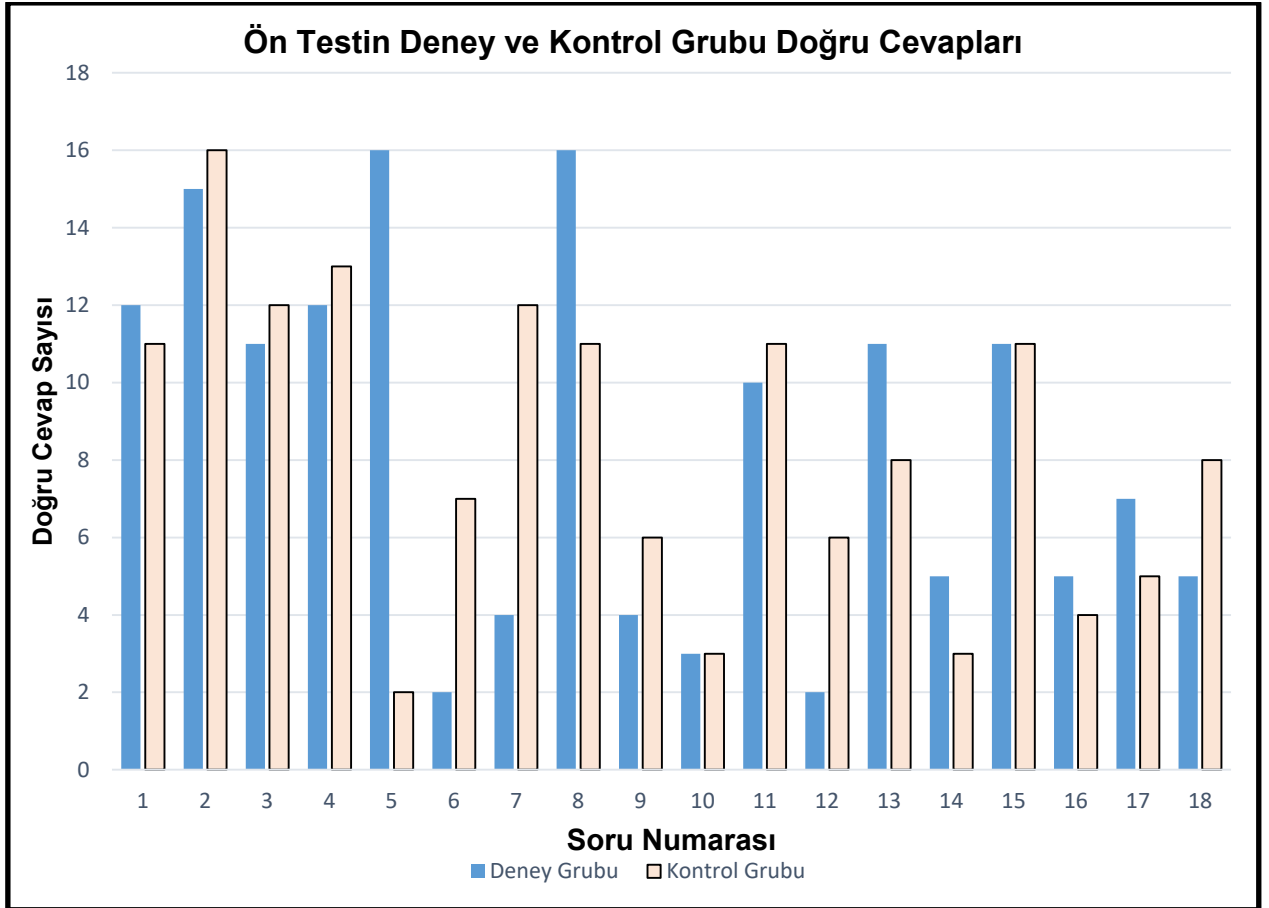
Tablo 14. Deney ve Kontrol Grubunun MTYBT Ön Test Cevapları

Soru No	Deney Grubu (n=20)						Kontrol Grubu (n=20)					
	Doğru		Yanlış		Boş		Doğru		Yanlış		Boş	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	12	60	8	40	0	-	11	55	9	45	0	-
2	15	75	5	25	0	-	16	80	4	20	0	-
3	11	55	9	45	0	-	12	60	8	40	0	-
4	12	60	8	40	0	-	13	65	7	35	0	-
5	16	80	4	20	0	-	2	10	18	90	0	-
6	2	10	18	90	0	-	7	35	13	65	0	-
7	4	20	16	80	0	-	12	60	8	40	0	-
8	16	80	4	20	0	-	11	55	9	45	0	-
9	4	20	16	80	0	-	6	30	14	70	0	-
10	3	15	17	85	0	-	3	15	17	85	0	-
11	10	50	10	50	0	-	11	55	9	45	0	-
12	2	10	18	90	0	-	6	30	14	70	0	-
13	11	55	9	45	0	-	8	40	12	60	0	-
14	5	25	15	75	0	-	3	15	17	85	0	-
15	11	55	9	45	0	-	11	55	9	45	0	-
16	5	25	15	75	0	-	4	20	16	80	0	-
17	7	35	13	65	0	-	5	25	15	75	0	-
18	5	25	15	75	0	-	8	40	12	60	0	-

Deney ve kontrol grubunun MTYBT ön test cevaplarının yer aldığı 6. tabloyu incelediğimizde her bir soru ve bu sorulara verilen öğrenci doğru cevaplarının yer aldığını görmekteyiz. Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde 1. soruya %60 oranında doğru cevap verdiği görülürken, bu oran kontrol grubunda %55 oranında olduğu görülmektedir. Ön testte 2. soruda deney grubundaki öğrencilerin doğru cevap verme oranı %75 iken, kontrol grubunda bu oranın %80 olduğu görülmektedir. Ön testte deney grubunda 3. soruya %55 oranında doğru cevap verilirken, kontrol grubunda doğru cevap oranı %60 olarak görülmektedir. Deney grubunda 4. soruya ön testte %60 oranında doğru cevap verilirken bu oran kontrol grubu öğrencilerinde %65 olarak görülmektedir. Deney grubu öğrencileri 5. soruyu ön testte % 80 oranında doğru cevaplarırken kontrol grubu öğrencilerinden sadece %10'unun doğru cevapladığı görülmektedir. Deney grubundaki

öğrencilerden %90'ı 6. soruyu ön testte yanlış cevaplarırken bu oran kontrol grubu öğrencilerinde %65 yanlış cevap olarak görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler 7. soruyu %80 oranında yanlış cevaplandırırken kontrol grubundaki öğrencilerin %60'ının soruyu doğru cevaplandığı görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler 8. soruyu %80 oranında doğru cevaplandırırken kontrol grubundaki öğrencilerin %55 oranında doğru cevaplandığı görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler 9. soruyu %80 oranında yanlış cevaplandırırken kontrol grubundaki öğrencilerin de %70 yanlış cevaplandığı görülmektedir. Deney grubundaki ve kontrol grubundaki öğrencilerin 10. soruyu %85 oranında yanlış cevaplandığı görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler 11. soruyu %50 oranında doğru cevaplandırırken kontrol grubu öğrencilerinin ise %55 oranında doğru cevaplandığı görülmektedir. Deney grubu öğrencileri %90 oranında 12. soruyu yanlış cevaplandırırken kontrol grubu öğrencilerinin ise %70 oranında yanlış cevaplandığı görülmektedir. Deney grubunda yer alan öğrencilerin 13. soruyu %55 oranında doğru cevaplandıkları görülürken kontrol grubunda yer alan öğrencilerin soruyu %60 oranında yanlış cevaplandıkları görülmektedir. Testteki 14. soruyu deney grubundaki öğrencilerin %75 oranında yanlış cevaplandığı görülürken kontrol grubunda bu oran %85 olarak görülmektedir. Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencileri 15. soruyu %55 oranında doğru cevaplandıkları görülmektedir. Deney grubunda yer alan öğrencilerin %75'i 16. soruyu yanlış cevaplandırırken bu oran kontrol grubunda %80 cevap olarak görülmektedir. Deney grubunda yer alan öğrenciler %65 oranında 17. soruyu yanlış cevaplandırırken kontrol grubu öğrencilerinde bu oran %75 yanlış cevap olarak görülmektedir. Deney grubu öğrencileri 18. Soruyu %75 oranında yanlış cevaplandırırken bu oran kontrol grubu öğrencilerinde %60 yanlış cevap olarak görülmektedir.

Aşağıdaki Grafik 1'de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MTYBT'daki her bir soruya verdikleri doğru cevapların sayısı gösterilmektedir.



Grafik 1. Uygulama öncesi grupların MTYBT'deki doğru cevap sayıları

Grafik 1'de görüldüğü gibi deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MTYBT deki doğru cevap sayıları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin 1., 5., 8., 13., 14., 16. ve 17. soruları kontrol grubundan daha fazla sayıda doğru cevaplandığı görülmektedir. Tam tersi şekilde; kontrol grubunun deney grubundan daha fazla sayıda doğru cevaplandırıldığı soruların 2., 3., 4., 6., 7., 9., 11., 12. ve 18. sorular olduğu görülmektedir. Uygulama öncesinde deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilerden daha fazla doğru cevaplandığı soru sayısı 7'dir. Uygulama öncesinde kontrol grubu öğrencilerinin daha fazla sayıda doğru cevaplandığı soru sayısı ise 9'dur. Ayrıca 10. ve 15. soruları ön testte deney ve kontrol grubundaki aynı sayıda öğrencilerin doğru cevaplandığı görülmektedir.

MTYBT analiz edilirken "Mann Whitney U-Testi" kullanılmıştır. "Mann-Whitney U Testi"nde bütün öğrencilerin doğru sayısı en düşükten yükseğe doğru sıralanır. Kontrol ve deney gurubu öğrencilerine ait doğru yanıtların sıraları ayrı ayrı toplanıp ortalaması alınır. Kontrol grubu öğrencilerinin doğru yanıtların sıralama ortalaması 20,50 deney grubu öğrencilerinin ki ise 20,50 dir. Yani uygulamaya başlamadan önce kontrol ve deney grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yoktur ($z=0,000$, $p=1,000$).

Tablo 15'te deney ve kontrol gruplarının MTYBT ön test puanlarının Mann Whitney U-Testi sonuçları verilmiştir.

Tablo 15. MTYBT Ön Test Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Mann Whitney U-Testi Sonuçları

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney grubu	20	20,50	410,00		
Kontrol grubu	20	20,50	410,00	200	1,000**

** p>.05

Tablo 15'te görüldüğü gibi; analiz sonuçları MTYBT ön test puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olmadığına işaret etmektedir. (U = 200, p>.05). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin ön test puanları ile kontrol grubundaki öğrencilerin ön test puanlarının uygulama öncesinde birbirine eşit olduğu görülmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında akademik başarılarındaki değişimi belirlemek ve her iki grubun başarı düzeylerini kıyaslayabilmek amacıyla MTYBT deney ve kontrol grubuna uygulanmıştır. Öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevapların frekans ve yüzdelerinin yer aldığı bulgular aşağıdaki Tablo 16'da yer almaktadır.

Tablo 16. Deney ve Kontrol Grubunun MTYBT Son Test Cevapları

Soru No	Deney Grubu (n=20)						Kontrol Grubu (n=20)					
	Doğru		Yanlış		Boş		Doğru		Yanlış		Boş	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	19	95	1	5	0	-	16	80	4	20	0	-
2	17	85	3	15	0	-	19	95	1	5	0	-
3	11	55	9	45	0	-	15	75	5	25	0	-
4	18	90	2	10	0	-	5	25	15	75	0	-
5	16	80	4	20	0	-	9	45	11	55	0	-
6	14	70	6	30	0	-	10	50	10	50	0	-
7	19	95	1	5	0	-	13	65	7	35	0	-
8	19	95	1	5	0	-	18	90	2	10	0	-

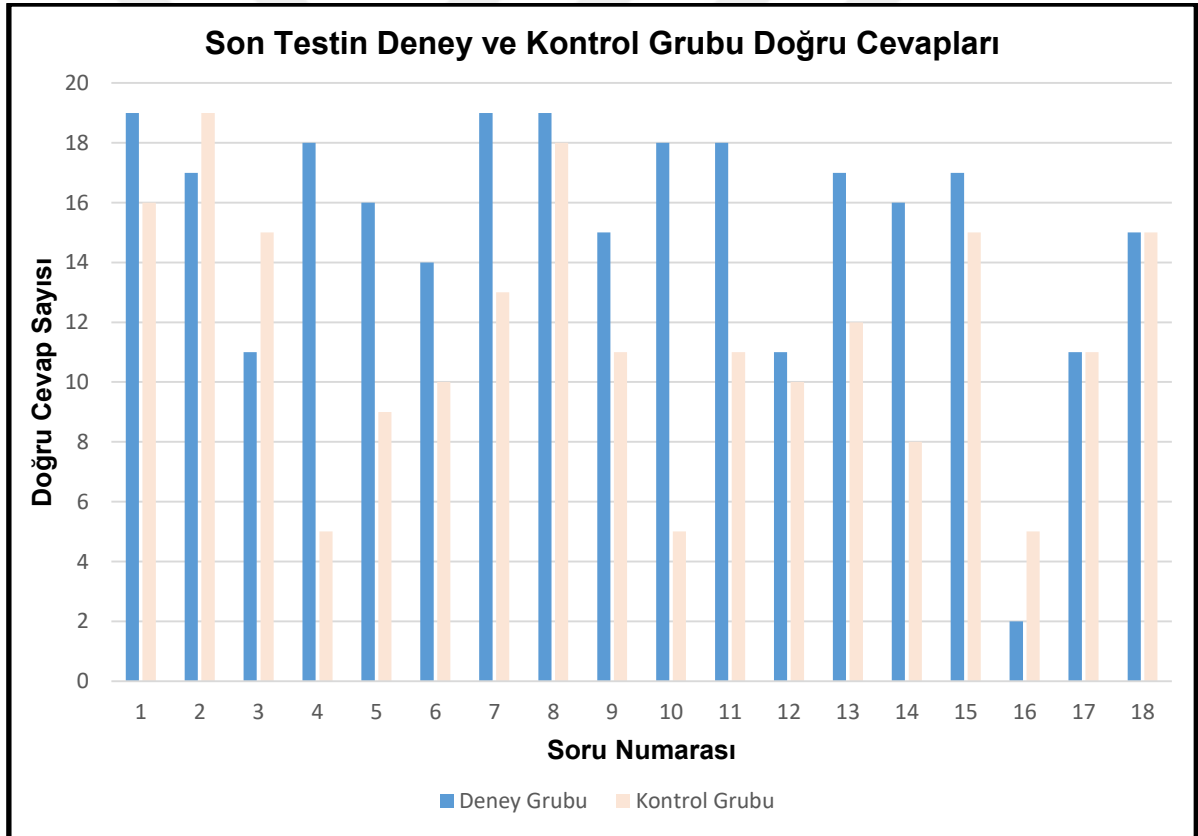
Tablo 16'nın devamı

9	15	75	5	25	0	-	11	55	9	45	0	-
10	18	90	2	10	0	-	5	25	15	75	0	-
11	18	90	2	10	0	-	11	55	9	45	0	-
12	11	55	9	45	0	-	10	50	10	50	0	-
13	17	85	3	15	0	-	12	60	8	40	0	-
14	16	80	4	20	0	-	8	40	12	60	0	-
15	17	85	3	15	0	-	15	75	5	25	0	-
16	2	10	18	90	0	-	5	25	15	75	0	-
17	11	55	9	45	0	-	11	55	9	45	0	-
18	15	75	5	25	0	-	15	75	5	25	0	-

Tablo 16 incelendiğinde; deney grubu öğrencileri uygulama sonrasında 1. soruya %90 oranında doğru cevap verdiği görülürken, bu oran kontrol grubunda %80 dir. Deney grubunda 2. soruya %85 oranında doğru cevap verildiği görülürken, kontrol grubunda %95 oranında doğru cevap olduğu görülmektedir. Deney grubunda 3. soruya %55 oranında doğru cevap verilirken, kontrol grubunda doğru cevap oranı %75 olarak görülmektedir. Deney grubunda 4. soruya %90 oranında doğru cevaplandığı görülürken kontrol grubu öğrencilerinde %75 oranında yanlış cevaplandırıldığı görülmektedir. Deney grubu öğrencileri 5. soruyu % 80 oranında doğru cevaplarırken, kontrol grubu öğrencilerinden %55'inin yanlış cevapladığı görülmektedir. Deney grubundaki öğrencilerden %70'ı 6. soruyu doğru cevaplandırırken, bu oran kontrol grubu öğrencilerinde %50 olarak görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler 7. soruyu %95 oranında doğru cevaplandırırken, kontrol grubundaki öğrencilerin %65'inin soruyu doğru cevaplandığı görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler 8. soruyu %95 oranında doğru cevaplandırırken kontrol grubundaki öğrencilerin %90 oranında doğru cevaplandığı görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler 9. soruyu %75 oranında doğru cevaplandırırken kontrol grubundaki öğrencilerin de %55'inin doğru cevaplandığı görülmektedir. Deney grubundaki öğrencilerin 10. soruyu %90 oranında doğru cevaplandığı görülürken bu oran kontrol grubunda %75 oranında yanlış cevaplandığı görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler 11. soruyu %90 oranında doğru cevaplandırırken kontrol grubu öğrencilerinin ise %55 oranında doğru cevaplandığı görülmektedir. Deney grubu öğrencileri %55 oranında 12. soruyu doğru cevaplandırırken kontrol grubu öğrencilerinin ise %50 oranında doğru cevaplandığı görülmektedir. Deney grubunda yer alan öğrencilerin 13. soruyu %85 oranında doğru cevaplandıkları görülürken kontrol grubunda yer alan öğrencilerin soruyu %60 oranında doğru

cevaplandıkları görülmektedir. Testteki 14. soruyu deney grubundaki öğrencilerin %80 oranında doğru cevaplandığı görülürken, kontrol grubunda bu oranın %40 olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencileri 15. soruyu %85 oranında doğru cevaplandıkları görülürken bu oran kontrol grubu öğrencilerinde %75 olarak görülmektedir. Deney grubunda yer alan öğrencilerin %90'i 16. soruyu yanlış cevaplandırırken bu oran kontrol grubunda %75 olarak görülmektedir. Deney grubunda yer alan öğrenciler ile kontrol grubunda yer alan öğrenciler %55 oranında 17. soruyu doğru cevaplandıkları görülmektedir. Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencileri 18. soruyu %75 oranında doğru cevaplandıkları görülmektedir.

Aşağıdaki Grafik 2'de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası MTYBT'deki her bir soruya verdikleri doğru cevapların sayısının grafik üzerinde gösterimi yer almaktadır.



Grafik 2. Uygulama sonrası grupların MTYBT'deki doğru cevap sayıları

Grafik 2'de görüldüğü gibi; uygulama sonrası grupların MTYBT'deki doğru cevap sayıları şekil 8'de görüldüğü gibidir. Deney grubu öğrencilerinin 1., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14. ve 15. soruları kontrol grubundan daha fazla sayıda doğru cevaplandığı görülmektedir. Kontrol grubunun deney grubundan daha fazla sayıda doğru

cevaplandırıldığı soruların 2., 3. ve 16. sorular olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında deney grubunun kontrol grubundan daha fazla sayıda doğru cevaplandığı soru sayısı 13 olarak görülmektedir. Kontrol grubunun deney grubundan daha fazla sayıda doğru cevaplandığı soru sayısı 3'tür. Ayrıca 17. ve 18. soruları deney ve kontrol grubundaki aynı sayıda öğrencinin doğru cevaplandığı görülmektedir.

Uygulama sonrası her iki gruptaki öğrencilerin son testten aldıkları puanları "Mann Whitney U Testi"yle kıyaslanmıştır. Her iki grup öğrencilerin son test puanlarının "Mann Whitney U-Testi" sonuçları Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. MTYBT Son Test Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Mann Whitney U-Testi Sonuçları

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney grubu	20	24,73	494,50		
Kontrol grubu	20	16,28	325,50	115,5	0.022**

** p<.05

Tablo 17'ye baktığımızda kontrol grubu öğrencilerinin doğru yanıtların sıralama ortalaması 16.28, deney grubu öğrencilerinin ki ise 24.73'tür. Yani deney grubu öğrencilerinin doğru yanıt sayısı uygulama sonrasında daha yüksek çıkmıştır. Deney ve kontrol grupları arasında ortaya çıkan bu fark ise istatistiksel açıdan anlamlıdır. Uygulama sonrasında başarılarını karşılaştırmak için deney ve kontrol grubuna uygulanan MTYBT son test puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu analiz sonuçlarından görülmektedir (U = 115,5 p<.05). Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubundaki öğrencilerin son test puanlarının kontrol grubundaki öğrencilerin son test puanlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ön test puanları arasında kontrol grubu ve deney grubu arasında anlamlı bir farka rastlanmazken, son testte deney grubu lehine anlamlı bir farka rastlanmıştır.

Kontrol grubu öğrencilerinin kendi içinde ön ve son test (MTYBT) başarı puanları arasında bir değişimin olup olmadığını ve varsa bu değişimin anlamlı olup olmadığını belirlemek için "Wilcoxon İşaretli Sıralar Toplamı Testi" kullanılmıştır. "Wilcoxon İşaretli Sıralar Toplamı Testi" sonucuna göre kontrol grubu öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Tablo 18'da kontrol grubunun MTYBT ön test ve son test puanlarının "Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi" sonuçları verilmiştir.

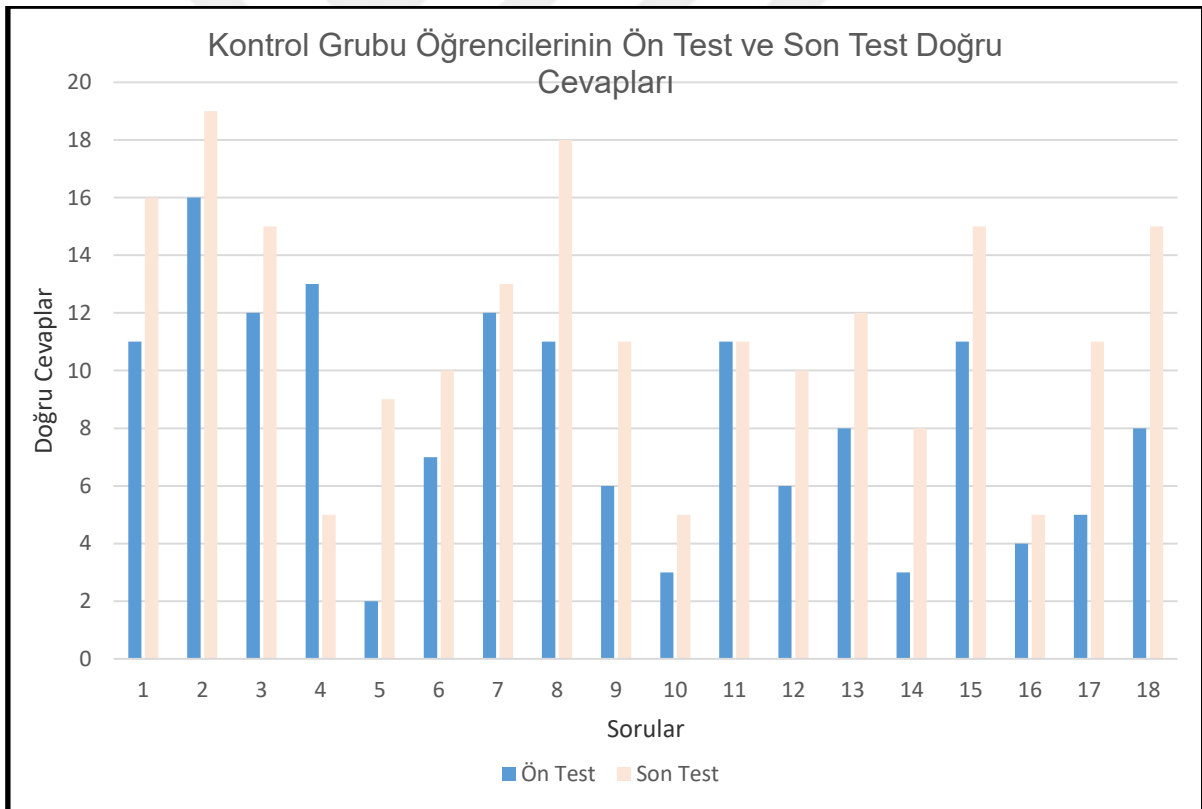
Tablo 18. Kontrol Grubunun MTYBT Ön Test ve Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Sonuçları

Son test-Ön test	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	3	6,50	19,50		
Pozitif sıra	13	8,96	116,50	2,512*	0,012**
Eşit	4				

*Negatif sıralar temelinde, ** p<.05

Tablo 18'deki analiz sonuçları incelendiğinde kontrol grubuna uygulanan ön test ve son test puanları arasında da anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir (z = 2,512 p<.05).

Aşağıda Grafik 3'te; kontrol grubunun ön testte ve son testte (MTYBT) her bir soruya doğru cevap veren öğrenci sayısı gösterilmiştir.



Grafik 3. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki (MTYBT) doğru cevap sayıları

Grafik 3'te yer aldığı gibi kontrol grubu öğrencilerinin son testte verdikleri doğru cevaplarının 4. ve 11. sorular haricinde ön test doğru cevaplarından fazla olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinden 11. soruyu doğru cevaplayanların sayısının

ise ön ve son testte eşit olduğu görülürken, 4. soruyu ise ön testte doğru cevaplayanların sayısının son testten daha fazla olduğu görülmektedir.

Deney grubu öğrencilerinin kendi içinde ön ve son test (MTYBT) başarı puanları arasında bir değişimin olup olmadığı ve bir değişim varsa bu değişimin anlamlı olup olmadığını belirlemek için “Wilcoxon İşaretli Sıralar Toplamı Testi” kullanılmıştır. Deney grubunun MTYBT ön test ve son test puanlarının “Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi” sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

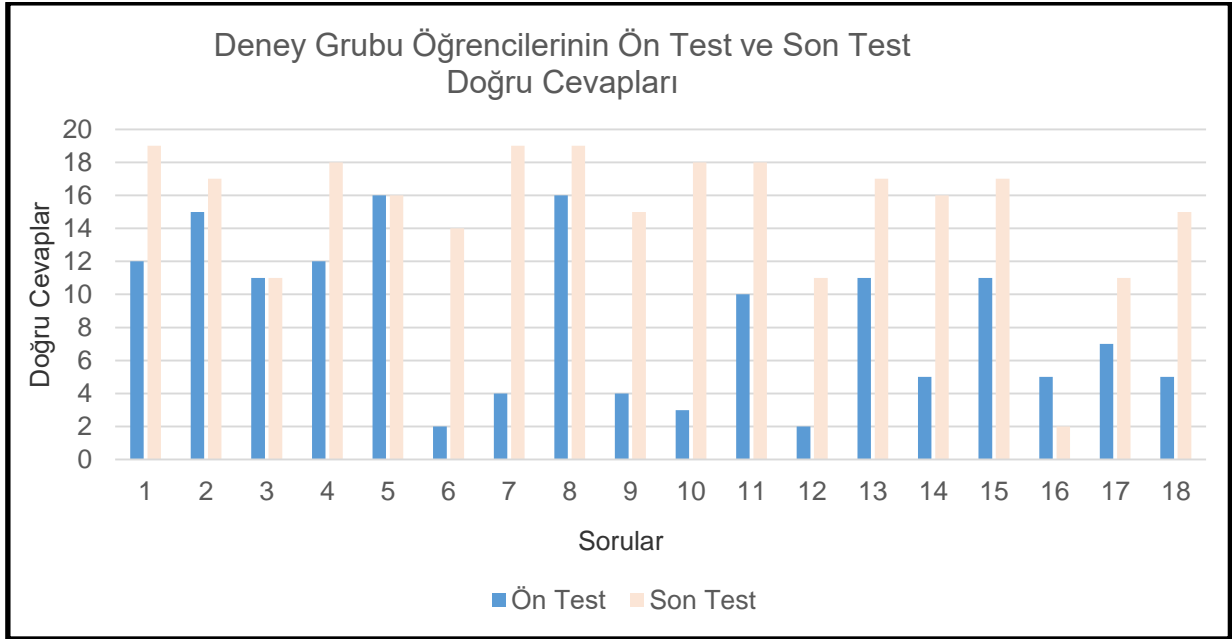
Tablo 19. Deney Grubunun MTYBT Ön Test ve Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son test-Ön test	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	2	4,00	8,00		
Pozitif sıra	18	11,22	202,00	3,627*	0,000**
Eşit	0				

*Negatif sıralar temelinde, ** $p < .05$

Analiz sonuçlarından, modeller ve modellemelerle uygulamanın yapıldığı deney grubu öğrencilerinin MTYBT’nin ön test ve son testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($z = 3,627$, $p < .05$). Ancak fark puanlarının sıra ortalaması ile sıra toplamları dikkate alındığında bu farkın negatif sıralar yani son test lehine olduğu tespit edilmiştir.

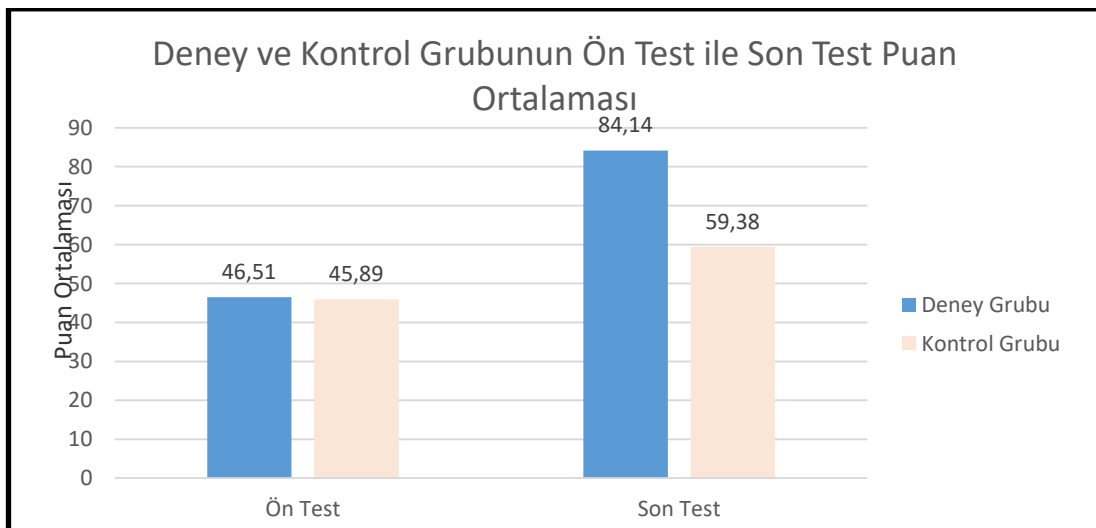
Aşağıda Grafik 4’te; deney grubunun ön testte ve son testte (MTYBT) her bir soruya doğru cevap veren öğrenci sayısı yer almaktadır.



Grafik 4. Deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki (MTYBT) doğru cevap sayıları

Grafik 4'te yer aldığı gibi deney grubunda yer alan öğrencilerin son testteki doğru cevaplarının 3., 5., ve 16. sorular haricinde ön testte yer alan doğru cevaplarından fazla olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencilerinden 3. ve 5. sorulardaki doğru cevaplayanların sayılarının ön testte ve son testte eşit olduğu görülürken 16. soruyu ise ön testte doğru cevaplayanların sayısının son testten daha fazla olduğu görülmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test (MTYBT) cevaplarının ortalaması aşağıdaki Grafik 5'te yer almaktadır.



Grafik 5. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test (MTYBT) puan ortalamaları

Grafik 5'te yer aldığı gibi ön testin puan ortalamalarına göre deney grubunun puan ortalaması kontrol grubunun puan ortalamasından 0,62 puan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uygulamaların sonunda yapılan son testin puan ortalamasına göre deney grubunun puanlarının ortalaması kontrol grubu puan ortalamasından 24,76 puan daha yüksek olduğu görülmektedir.

4. 2. Zihinsel Model Belirleme Formu'ndan Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, öğrencilerin atom ve yapısı hakkında sahip oldukları zihinsel modellerin tespiti için kullanılan "Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu" ndan elde edilen bulgular sunulacaktır.

"Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu" nda yer alan "Size göre atomun yapısı nasıldır? çizerek açıklayınız." ve "Sizce atomun büyüklüğü ne kadardır. Atomun büyüklüğünü bir şey ile kıyaslayarak nasıl anlatırsınız." sorularına öğrencilerin verdikleri cevapların analizi edilmesi sonucu oluşan bulgular, "Öğrencilerin Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular" ve "Öğrencilerin Atomun Büyüklüğüyle İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular" başlıkları altında ayrı ayrı sunulmuştur. Her bir başlık altında öncelikle analizin nasıl yapıldığı açıklanmış, daha sonra ise öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası uygulanan veri toplama aracına verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelerini belirtmek için oluşturulan tablolar yardımı ile araştırma bulguları açıklanmıştır.

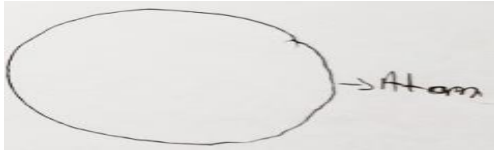

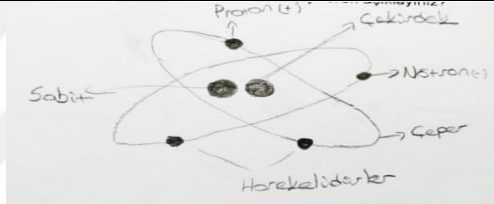
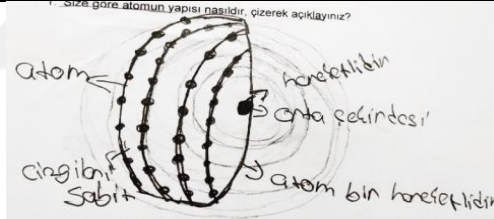


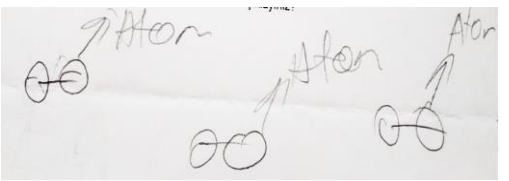
4. 2. 1. Öğrencilerin Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular

"Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu" nda ilk soru "Size göre atomun yapısı nasıldır? çizerek açıklayınız." sorusudur. Bu soruda öğrencilerden atomun yapısını çizerek açıklamaları istenmiştir. Bu sorudaki öğrenci cevapları frekans ve yüzdeleri ile birlikte tablolar şeklinde bu başlıkta sunulmuştur.

4. 2. 1. 1. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular

Bu bölümde kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde atomun yapısı ile ilgili sahip oldukları zihinsel modellerini belirlemek için kullanılan AYYZMBF'de yer alan 1. soruda yaptıkları çizimler ve açıklamalardan elde edilen bulgular analiz edilerek sunulmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde AYYZMBF'de yaptıkları çizimler ve açıklamalar dikkate alınarak belirlenen zihinsel modelleri ve bunların frekansları Tablo 20'de sunulmaktadır.

Tablo 20. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Zihinlerindeki Atom Modeline Yönelik Çizimleri

	Benzerlik Gösterdiği Atom Modeli veya Öğrencinin Zihinsel Modeli	Zihinsel Modellere Dair Örnek Öğrenci Çizimleri	Öğrenci Sayısı (f)
Bilimsel Model Benzeri Çizimleri	Dalton Atom Modeli (İçi Dolu Küre)		4
	Thomson Atom Modeli (Üzümlü Kek Modeli)		3
	Rutherford Atom Modeli (Güneş Sistemi Modeli)		4
	Bohr Atom Modeli (Katman Modeli)		2
	Modern Atom Modeli (Elektron Bulutu Modeli)	—	—
Diğer Çizimler	Dünya Benzeri Model	<p>Bence Atom tıkkı, dışı ve Palyası, bir bombada, ve icinde ateş vardır.</p> 	2
	Karma model		3
	Molekül Etkisindeki Model		2

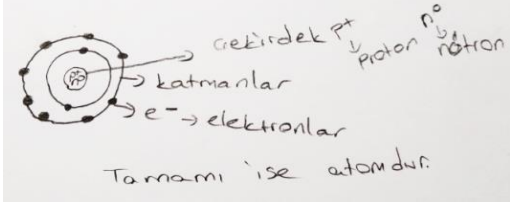
Tablo 20’de görüldüğü gibi; uygulama öncesinde AYYZMBF’ye verdikleri cevaplarda kontrol grubundan 4 öğrencinin “Dalton Atom Modeli”, 3 öğrencinin “Thomson Atom Modeli”, 4 öğrencinin “Rutherford Atom Modeli”, 2 öğrencinin “Bohr Atom Modeli”, 2 öğrencinin “Dünyaya Benzeri Atom Modeli”, 3 öğrencinin “Karma Atom Modeli” ve 2 öğrencinin “Molekül Etkisindeki Atom Modeli” kategorilerinde çizim yaptıkları ve açıklama sundukları görülmektedir.

Öğrenci çizimlerinin barındırdığı özellikler ve onların açıklamalarına göre öğrencilerin zihinsel modelleri betimlenmiştir. Buna göre; Tablo 20’den de görüldüğü gibi; sadece daire şeklinde çizimler yapan ve açıklamalarında küre, top gibi ifadelerle yer veren öğrencilerin zihinsel modelleri “Dalton Atom Modeli” olarak nitelendirilmiştir. Atomun içinde eksi ve artı yüklü parçacıkların (yüklerin) dağıldığını ifade eden ve buna göre çizim yapan öğrencilerin zihinsel modelleri “Thomson Atom Modeli” olarak nitelendirilmiştir. Merkezde çekirdeğin olduğu ve etrafında hareket eden elektronların yer aldığı çizimler ve buna uygun açıklamalar sunan öğrencilerin zihinsel modelleri “Rutherford Atom Modeli” olarak sınıflandırılmıştır. Merkezde yer alan bir çekirdek ile çekirdekte yer alan proton, nötronu çiziminde belirten ve etrafındaki yörüngelerde elektronların yer aldığı çizimler yapan ve buna uygun açıklamalar sunan öğrencilerin zihinsel modelleri de “Bohr Atom Modeli” olarak sınıflandırılmıştır. Ön uygulamada kontrol grubunda “Modern Atom Modeli” ne uygun çizim yapan ve açıklama sunan hiç öğrenci olmamıştır. Diğer çizimler kategorisinde ise; çizimlerinde dünya benzeri bir çizim yapan ve buna uygun açıklama sunan öğrenciler “Dünya Benzeri Atom Modeli”, birden fazla modelin özelliklerini barındıran çizimler ve açıklamalar sunan öğrenciler (örneğin Dalton Atom Modeline çekirdek koyarak yapılan çizimler ve buna yönelik açıklamalar) “Karma Atom Modeli” ve daha çok molekül çizimlerinin yer aldığı çizimler ve buna yönelik açıklamalar sunan öğrenciler ise “Molekül Etkisindeki Atom Modeli” zihinsel modellerine sahip öğrenciler olarak sınıflandırılmışlardır.

4. 2. 1. 2. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular

Bu bölümde kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında atomun yapısı ile ilgili sahip oldukları zihinsel modellerini belirlemek için kullanılan AYYZMBF’de yer alan 1. soruda yaptıkları çizimler ve açıklamalardan elde edilen bulgular analiz edilerek sunulmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası AYYZMBF’de yaptıkları çizimler ve açıklamalar dikkate alınarak belirlenen zihinsel modelleri ve bunların frekansları Tablo 21’de sunulmaktadır.

Tablo 21. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Zihinlerindeki Atom Modeline Yönelik Çizimleri

Benzerlik Gösterdiği Atom Modeli veya Öğrencinin Zihinsel Modeli	Zihinsel Modellere Dair Örnek Öğrenci Çizimleri	Öğrenci Sayısı (f)
Bohr Atom Modeli		20

Tablo 21’de yer aldığı gibi kontrol grubundaki öğrencilerin tamamının öğretim faaliyetleri sonrasında AYYZMBF’ye verdikleri cevaplarda “Bohr Atom Modeli” kategorisinde çizim yaptıkları ve açıklama sundukları görülmektedir.

4. 2. 1. 3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerindeki Değişime Yönelik Bulgular

Kontrol grubundaki öğrencilerin atomun yapısına ilişkin AYYZMBF’deki çizimlerinden ve yaptıkları açıklamalarından; uygulama öncesi ve sonrasında çeşitli zihinsel modellere sahip oldukları ve bu zihinsel modellerinin öğretim sürecinden etkilenecek şekilde değiştiği tespit edilmiştir. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin uygulamanın öncesi ve sonrasında atomun yapısına ilişkin olarak sahip oldukları zihinsel modeller ve bu zihinsel modellere sahip olma yüzdeleri ve frekansları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrasında Atomun Yapısına İlişkin Olarak Sahip Oldukları Zihinsel Modeller

Zihinsel Modeller	Kontrol Grubu Uygulama Öncesi		Kontrol Grubu Uygulama Sonrası	
	Frekans (f)	Yüzde (%)	Frekans (f)	Yüzde (%)
“Dalton Atom Modeli (İçi Dolu Berk Küre)”	4	20	-	-
“Thomson Atom Modeli (Üzümlü Kek Modeli)”	3	15	-	-
“Rutherford Atom Modeli (Güneş Sistemi Modeli)”	4	20	-	-
“Bohr Atom Modeli (Katman Modeli)”	2	10	20	100

Tablo 22'nin devamı

"Modern Atom Modeli (Elektron Bulutu Modeli)"	-	-	-	-
"Dünya Benzeri Model"	2	10	-	-
"Karma Model"	3	15	-	-
"Molekül Etkili Model"	2	10	-	-
Toplam	20	100	20	100

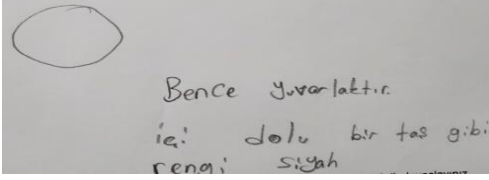
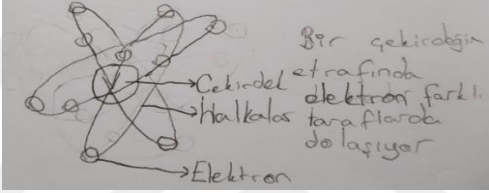
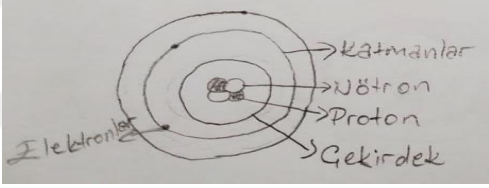
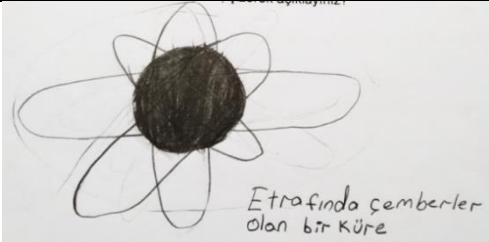
Tablo 22'den görüldüğü üzere; kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde %20 oranında "Dalton Atom Modeli", %15 oranında "Thomson Atom Modeli", %20 oranında "Rutherford Atom Modeli", %10 oranında "Bohr Atom Modeli", %10 oranında "Dünya Benzeri Modeli", %15 oranında "Karma Modeli" ve %10 oranında da "Molekül Etkili Modeli" zihinsel modellerini benimsedikleri tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında ise kontrol grubundaki tüm öğrencilerin "Bohr Atom Modeli" ni benimsedikleri belirlenmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de sonrasında Modern Atom Modeline uygun herhangi bir çizimin olmadığı görülmektedir.

4. 2. 1. 4. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular

Bu bölümde deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde atomun yapısı ile ilgili sahip oldukları zihinsel modellerini belirlemek için kullanılan AYYZMBF'de yer alan 1. soruda yaptıkları çizimler ve açıklamalardan elde edilen bulgular analiz edilerek sunulmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin AYYZMBF'de yaptıkları çizimler ve açıklamalar dikkate alınarak belirlenen zihinsel modelleri ve bunların frekansları Tablo 23'te sunulmaktadır.

Tablo 23. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Zihinlerindeki Atom Modeline Yönelik Çizimler

	Benzerlik Gösterdiği Atom Modeli veya Öğrencinin Zihinsel Modeli	Zihinsel Modellere Dair Örnek Öğrenci Çizimleri	Öğrenci Sayısı (f)
Bilimsel Model Benzeri Çizimleri	“Dalton Atom Modeli (İçi Dolu Küre)”		11
	“Thomson Atom Modeli (Üzümlü Kek Modeli)”	-	-
	“Rutherford Atom Modeli (Güneş Sistemi Modeli)”		5
	“Bohr Atom Modeli (Katman Modeli)”		2
	“Modern Atom Modeli (Elektron Bulutu Modeli)”	-	-
Diğer Çizimler	“Dünya Benzeri Model”	-	-
	“Karma model”		2
	“Molekül Etkili Model”	-	-

Tablo 23'te görüldüğü gibi; uygulama öncesinde deney grubu öğrencilerinden 11 öğrencinin “Dalton Atom Modeli”, 5 öğrencinin “Rutherford Atom Modeli”, 2 öğrencinin “Bohr

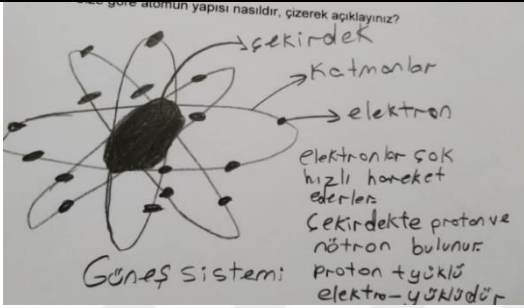
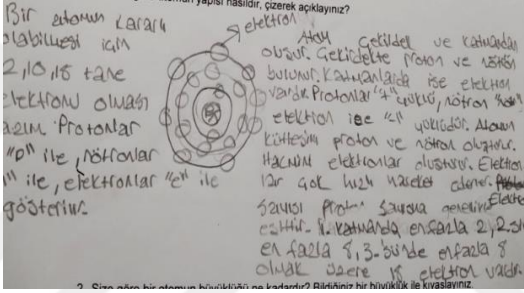
Atom Modeli” ve 2 öğrencinin de “Karma Atom Modeli” kategorilerinde çizim yaptığı ve açıklama sunduğu görülmektedir.

Öğrenci çizimlerinin barındırdığı özellikler ve öğrencilerin sundukları açıklamalar dikkate alınarak deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi zihinsel modelleri belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre; sadece daire şeklinde çizimler yapan ve açıklamalarında küre, top gibi ifadelerle yer veren öğrencilerin zihinsel modelleri “Dalton Atom Modeli” olarak nitelendirilmiştir. Merkezde çekirdeğin olduğu ve etrafında hareket eden elektronların yer aldığı çizimler ve buna uygun açıklamalar sunan öğrencilerin zihinsel modelleri “Rutherford Atom Modeli” olarak sınıflandırılmıştır. Merkezde yer alan bir çekirdek ile çekirdekte yer alan proton, nötronu çiziminde belirten ve etrafındaki yörüngelerde elektronların yer aldığı çizimler yapan ve buna uygun açıklamalar sunan öğrencilerin zihinsel modelleri de “Bohr Atom Modeli” olarak sınıflandırılmıştır. Ön uygulamada deney grubunda “Thomson Atom Modeli” ve “Modern Atom Modeli” benzeri zihinsel modele sahip olan hiç öğrenci olmamıştır. Diğer çizimler kategorisinde ise; birden fazla modelin özelliklerini barındıran çizimler ve açıklamalar sunan öğrenciler (örneğin Dalton Atom Modeline çekirdek koyarak yapılan çizimler ve buna yönelik açıklamalar) “Karma Atom Modeli” olarak sınıflandırılmışlardır. Ön uygulamada deney grubu öğrencilerinden “Dünya Benzeri Atom Modeli” ve “Molekül Etkisindeki Atom Modeli” gibi zihinsel modellere sahip olan öğrenci olmadığı görülmüştür.

4. 2. 1. 5. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular

Bu bölümde deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında atomun yapısı ile ilgili sahip oldukları zihinsel modellerini belirlemek için kullanılan AYYZMBF’de yer alan 1. soruda yaptıkları çizimler ve açıklamalardan elde edilen bulgular analiz edilerek sunulmuştur. Deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrası AYYZMBF’de yaptıkları çizimler ve sundukları açıklamalar dikkate alınarak belirlenen zihinsel modelleri ve bunların frekansları Tablo 24’te sunulmuştur.

Tablo 24. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Zihinlerindeki Atom Modeline Yönelik Çizimleri

Benzerlik Gösterdiği		Zihinsel Modellere Dair Örnek Öğrenci Çizimleri	Öğrenci Sayısı (f)
Atom Modeli veya Öğrencinin Zihinsel Modeli			
“Rutherford Atom Modeli (Güneş Sistemi Modeli)”	Atom Sistemi		1
“Bohr Atom Modeli”			19

Deney grubundaki öğrencilerinin uygulama öncesinde farklı türden atom modelleri çizimleri mevcutken Tablo 24'te yer aldığı gibi uygulama sonrasında bir öğrenci tarafından “Rutherford Atom Modeli” ve 19 öğrenci tarafından da zihinsel model olarak “Bohr Atom Modeli” nin benimsendiği görülmektedir.

4. 2. 1. 6. Deney Grubu Öğrencilerinin Atomun Yapısıyla İlgili Zihinsel Modellerindeki Değişime Yönelik Bulgular

Deney grubundaki öğrencilerin atomun yapısına ilişkin AYYZMBF'deki çizimlerinden ve yaptıkları açıklamalarından; uygulamanın öncesinde ve sonrasında çeşitli zihinsel modellere sahip oldukları ve bu zihinsel modellerinin öğretim sürecinden etkilenerek değiştiği tespit edilmiştir. Deney grubunda yer alan öğrencilerin uygulamanın öncesi ve sonrasında atomun yapısına ilişkin olarak sahip oldukları zihinsel modellerle bu zihinsel modellere sahip olma yüzdeleri ve frekansları Tablo 25'de verilmiştir.

Tablo 25. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrasında Atomun Yapısına İlişkin Olarak Sahip Oldukları Zihinsel Modeller

Açıklamalar	Deney Grubu Uygulama Öncesi		Deney Grubu Uygulama Sonrası	
	Frekans (f)	Yüzde (%)	Frekans (f)	Yüzde (%)
“Dalton Atom Modeli (İçi Dolu Berk Küre)”	11	55	-	-
“Thomson Atom Modeli (Üzümlü Kek Modeli)”	-	-	-	-
“Rutherford Atom Modeli (Güneş Sistemi Modeli)”	5	25	1	5
“Bohr Atom Modeli (Katman Modeli)”	2	10	19	95
“Modern Atom Modeli (Elektron Bulutu Modeli)”	-	-	-	-
“Dünya Benzeri Model”	-	-	--	--
“Karma Model”	2	10	-	-
“Molekül Etkili Model”	-	-	-	-
Toplam	20	100	20	100

Tablo 25’te görüldüğü üzere; deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde %55 oranında “Dalton Atom Modeli”, %25 oranında “Rutherford Atom Modeli”, %10 oranında “Bohr Atom Modeli”, %10 oranında ise “Karma Modeli” benimsedikleri, buna uygun çizim ve açıklama yaptıkları çizdikleri tespit edilmiştir. Deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında ise %5 oranında “Rutherford Atom Modeli” ni ve %95 oranında ise “Bohr Atom Modeli” zihinsel modellerine sahip oldukları, buna uygun çizim ve açıklama yaptıkları görülmektedir. Deney grubunda yer alan öğrencilerin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında “Modern Atom Modeli” benzeri ne uygun herhangi bir çizim yapmadıkları yapılmadığı görülmektedir.

4. 2. 2. Öğrencilerin Atomun Büyüklüğüyle İlgili Zihinsel Modellerine Yönelik Bulgular

“Atomun Yapısına Yönelik Zihinsel Model Belirleme Formu” nda ikinci soru “Sizce atomun büyüklüğü ne kadardır. Atomun büyüklüğünü bir şey ile kıyaslayarak, nasıl

anlatırsınız.” sorusudur. Bu soruda öğrencilerden atomu bildikleri bir büyüklük ile kıyaslayarak anlatmaları istenmiştir. Çalışmada uygulama öncesi ve sonrasında ortaya çıkan ifadeler ile bunların frekans ve yüzde dağılımları tablolar şeklinde bu başlıkta sunulmaktadır.

Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında atomun büyüklüğü ile ilgili kullandıkları ifadelerin frekans ve yüzdeleri Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Kontrol Grubunun Uygulama Öncesi ve Sonrasında Atomun Büyüklüğü İle İlgili Kullandıkları İfadelerin Frekans ve Yüzdeleri

Açıklamalar	Kontrol Grubu Uygulama Öncesi		Kontrol Grubu Uygulama Sonrası		
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	
	(f)	(%)	(f)	(%)	
Gözlenemeyen küçük objelerle kıyaslayanlar	İnsan vücudunun en küçük birimidir	2	10	1	5
	Maddenin en küçük yapı taşıdır	-	-	2	10
	Hücreden çok küçüktür	1	5	1	5
	Çok küçüktür	2	10	2	10
	Mikrop kadardır	-	-	2	10
<i>Ara Toplam</i>		5	25	8	40
Gözlenebilen küçük objelerle kıyaslayanlar	Toplu iğnenin ucu kadardır	1	5	1	5
	Karınca kadardır	2	10	1	5
	Şeker tanesi kadardır	-	-	1	5
	Pirinç tanesi kadardır	1	5	1	5
	Silgiden küçüktür	2	10	3	15
	Toz tanesi kadardır	3	15	1	5
<i>Ara Toplam</i>		9	45	8	40
Gözlenebilen büyük objelerle kıyaslayanlar	1300 santimdir	-	-	1	5
	Patates kadardır	-	-	1	5
	Dünya kadardır	1	5	1	5
	Araba lastiği kadardır	1	5	-	-
	Pinpon topu kadardır	4	20	1	5
<i>Ara Toplam</i>		6	30	4	20
Toplam		20	100	20	100

Tablo 26'da görüldüğü üzere uygulama öncesi kontrol grubundaki öğrencilerin %25'inin atomun büyüklüğünü gözlenemeyen küçük objelerle kıyaslayarak, %45'inin gözlenebilen küçük objelerle kıyaslayarak ve %30'unun da gözlenebilen büyük objelerle kıyaslayarak tanımladıkları görülmektedir. Uygulama sonrasında ise, Tablo 26'da görüldüğü üzere, kontrol grubundaki öğrencilerin %40'ının atomun büyüklüğünü gözlenemeyen küçük objelerle kıyaslayarak, %40'ının gözlenebilen küçük objelerle kıyaslayarak ve %20'sinin de gözlenebilen büyük objelerle kıyaslayarak tanımlamaya çalıştıkları görülmektedir.

Deney grubunda yer alan öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında atomun büyüklüğü ile ilgili kullandıkları ifadelerin frekans ve yüzdeleri ise Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. Deney Grubunun Uygulama Öncesi ve Sonrasında Atomun Büyüklüğü İle İlgili Kullandıkları İfadelerin Frekans ve Yüzdeleri

Açıklamalar	Deney Grubu Uygulama Öncesi		Deney Grubu Uygulama Sonrası		
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	
	(f)	(%)	(f)	(%)	
Gözlenemeyen küçük objelerle kıyaslayanlar	Çok küçüktür, gözle görülmez	4	20	3	15
	Hücre kadardır	1	5	2	10
	Gözle göremeyeceğimiz kadardır	1	5	3	15
	Mikrop kadardır	2	10	2	10
<i>Ara Toplam</i>		8	40	10	50
Gözlenebilen küçük objelerle kıyaslayanlar	Fındık kadardır	1	5	1	5
	Nokta kadardır	2	10	2	10
	Şeker taneciği kadardır	-	-	2	10
	Boncuk kadardır	1	5	-	-
	Karınca kadardır	2	10	-	-
<i>Ara Toplam</i>		6	30	5	25
Gözlenebilen büyük objelerle kıyaslayanlar	Bilye kadardır	1	5	1	5
	Top kadardır	4	20	2	10
	Arabadan büyüktür	1	5	1	5
	Gemi kadardır	-	-	1	5
<i>Ara Toplam</i>		6	30	5	25
Toplam		20	100	20	100

Tablo 27’de görüldüğü üzere uygulama öncesi deney grubundaki öğrencilerin %40’ının atomun büyüklüğünü gözlenemeyen küçük objelerle kıyaslayarak, %30’unun gözlenebilen küçük objelerle kıyaslayarak ve %30’unun da gözlenebilen büyük objelerle kıyaslayarak tanımladıkları görülmektedir. Uygulama sonrasında ise, Tablo 27’de görüldüğü üzere, deney grubundaki öğrencilerin %50’sinin atomun büyüklüğünü gözlenemeyen küçük objelerle kıyaslayarak, %25’inin gözlenebilen küçük objelerle kıyaslayarak ve %25’inin de gözlenebilen büyük objelerle kıyaslayarak tanımlamaya çalıştıkları görülmektedir.



5. TARTIŞMA

Bu çalışmada “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline uygun şekilde modeller ve modelleme etkinlikleriyle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve atomla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu bölümde çalışmadan elde edilen bulgular; çalışmanın alt problemleri doğrultusunda literatürdeki ilişkili çalışmaların sonuçları dikkate alınarak yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular bu kısımda “Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Tartışma” ve “Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Tartışma” alt başlıklarında sunulurarak tartışılmıştır.

5. 1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Tartışma

Bu bölümde modellerin kullanılması ile gerçekleştirilen öğretim sürecinin 7. sınıftaki öğrencilerin “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki başarılarına etkisi nelerdir? alt problemine dayalı tartışmalar yer almaktadır. Çalışmada model ve modellemelerle öğretimin öğrencilerin başarılarına etkisini belirlemek için MTYBT kullanılmıştır. Bu bölümde “MTYBT” verilerinden elde edilen bulgular ilgili literatürle desteklenerek tartışılmıştır.

Genel olarak Tablo 9 incelendiğinde; her iki grupta da (kontrol ve deney) uygulama sonrası “*Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir*” kazanımına yönelik sorulara doğru cevap verme oranında genel olarak artma olduğu görülmektedir. Ancak uygulama sonrası iki grup kıyaslandığında bu kazanıma yönelik 1., 4. ve 7. sorularda (3. soru hariç) deney grubu öğrencilerin doğru cevap verme oranının, kontrol grubuna kıyasla belirgin bir şekilde yüksek olduğu görülmektedir. Sadece bu kazanıma yönelik 3. soruda deney grubunda doğru cevap yüzdesinin değişmediği görülmektedir. Diğer üç soruda uygulama sonrasında deney grubundaki öğrencilerin hemen hemen tamamının bu kazanımı kazandığı söylenebilir. Bu durum uygulama sonrasında deney grubunda akademik başarının kontrol grubundan daha fazla arttığının da bir göstergesidir. Bu durum literatürdeki atomun yapısı ile ilgili benzer çalışmalarda da (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; Bilge ve Bahçeci, 2017; Minaslı, 2009) görülmektedir.

Genel olarak Tablo 10 incelendiğinde; her iki grupta da (kontrol ve deney) uygulama sonrası “*Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular*” kazanımına yönelik sorulara doğru cevap verme oranında genel olarak artma olduğu görülmektedir. Ancak iki grup kıyaslandığında bu kazanıma yönelik 9., 12. ve 13. sorularda

deney grubu öğrencilerin uygulama sonrası doğru cevap verme oranının, kontrol grubuna kıyasla belirgin bir şekilde yüksek olduğu görülmektedir. Sadece aynı kazanıma yönelik 5. soruda deney grubunda doğru cevap yüzdesinin değişmediği görülmektedir. 12. Soru hariç, diğer üç soruya verdikleri yüksek cevaplanma oranı; uygulama sonrasında deney grubundaki öğrencilerin en az dörtte üçünün bu kazanımı kazandığını göstermektedir. Bu durum uygulama sonrasında deney grubunda akademik başarının kontrol grubundan daha fazla arttığının da bir göstergesidir.

Genel olarak Tablo 11 incelendiğinde; her iki grupta da (kontrol ve deney) uygulama sonrası *“İyonların nasıl oluştuğunu kavrar, anyon ve katyonlara örnekler verir”* kazanımına yönelik sorulara doğru cevap verme oranında genel olarak artma olduğu görülmektedir. Ancak uygulama sonrası iki grup kıyaslandığında bu kazanıma yönelik 6., 10., 14. sorularda (16. soru hariç) deney grubu öğrencilerin doğru cevap verme oranının, kontrol grubuna kıyasla belirgin bir şekilde yüksek olduğu görülmektedir. Sadece 16. soruda doğru yanıtlama oranının deney grubunda azalırken kontrol grubunda %5 oranında bir artışa neden olduğu görülmektedir. 16. soru hariç diğer sorularda en az %70’lik doğru cevap oranı, uygulama sonrasında deney grubundaki öğrencilerin çoğunun bu kazanımı kazandığını göstermektedir. Diğer taraftan bu durum, genel anlamda deney grubunda gerçekleştirilen öğretimin akademik başarıyı artırmada daha etkili olduğunun da bir göstergesidir.

Genel olarak Tablo 12 incelendiğinde; her iki grupta da (kontrol ve deney) uygulama sonrası *“Aynı ya da farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını kavrar”* kazanımına yönelik sorulara doğru cevap verme oranında genel olarak artma olduğu görülmektedir. Ancak uygulama sonrası iki grup kıyaslandığında bu kazanıma yönelik 2. soru hariç diğerlerinde deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme oranının, kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu kazanıma yönelik tüm sorularda uygulama sonrasında deney grubundaki öğrencilerin hemen hemen tamamının bu kazanımı kazandığı söylenebilir. Bu durum uygulama sonrasında deney grubunda akademik başarının kontrol grubundan daha fazla arttığının da bir göstergesidir.

Genel olarak Tablo 13 incelendiğinde; her iki grupta da (kontrol ve deney) uygulama sonrası *“Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar”* kazanımına yönelik 15., 17. ve 18. sorulara doğru cevap verme oranında genel olarak artma olduğu görülmektedir. Ancak uygulama sonrası iki grup kıyaslandığında bu kazanıma yönelik sorularda deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme oranının, kontrol grubuna kıyasla biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencilerin (17. soru hariç) en az dörtte üçünün uygulama sonrası bu kazanımı kazandığı söylenebilir. Diğer taraftan bu durum, genel anlamda deney grubunda gerçekleştirilen öğretimin akademik başarıyı artırmada daha etkili olduğunun da bir göstergesidir.

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde yer alan “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki başarılarına, kullanılan öğretim yönteminin etkisini belirlemek amacıyla verileri toplamak için MTYBT kullanılmıştır. Çalışmanın uygulama öncesinde MTYBT’ne deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin verdikleri cevapların istatistiksel olarak karşılaştırılmasından, uygulama öncesi öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgilerinin benzer olduğu görülmüştür (bkz. Tablo 15). Deney grubundaki öğrencilerle kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesindeki ön test sonuçlarının eşit olması grupların uygulama öncesinde konuyla ilgili ön bilgi açısından eşdeğer düzeyde olduğunun göstergesidir.

Deney ve kontrol grubunda öğretim süreci öncesinde MTYBT’ne verilen doğru cevaplar incelendiğinde; kontrol grubundaki öğrenciler, deney grubundaki öğrencilere kıyasla daha fazla soruda doğru cevabı işaretledikleri görülmüştür (bkz. Grafik 1). Uygulama öncesi MTYBT’deki 9 soruda kontrol grubunu oluşturan öğrencilerin doğru cevaplarının oranı daha yüksek iken, 7 soruda deney grubunu oluşturan öğrencilerin doğru cevaplarının oranı kontrol grubundan daha fazladır. Uygulama sonrasında ise bu durum değişmiş; son testte deney grubu öğrencilerinin 13 soruda daha fazla doğru cevap verdikleri görülürken, sadece 3 soruda kontrol grubunun daha fazla doğru cevap verdikleri belirlenmiştir (bkz. Grafik 2). Uygulamalar sonrasında deney grubunu oluşturan öğrencilerin sorulara doğru cevap verme oranındaki bu artış, deney grubunda modeller ve modelleme etkinlikleriyle gerçekleştirilen öğretim sürecinin, programa uygun olarak gerçekleştirilen mevcut öğretimden öğrenci başarısını artırma noktasında daha etkili olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, deney ve kontrol grubunda ön test ile son testin puan ortalamalarına baktığımızda; uygulama öncesinde deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin ortalaması oldukça yakın olmasına rağmen (bkz. Grafik 5), son testte deney grubu ortalamasının kontrol grubuna kıyasla çok daha fazla artış gösterdiği anlaşılmaktadır (bkz. Grafik 5). Bu durumda yine; deney grubunda modellerle ve modelleme etkinlikleriyle gerçekleştirilen öğretim sürecinin öğrencilerin seçilen konudaki akademik başarısını artırdığı sonucuna işaret etmektedir. Ön testten son teste kadar gerçekleştirilen uygulamalar sayesinde kontrol grubunda da başarı artmış (bkz. Grafik 5), ancak deney grubunda çok daha yüksek bir oran gözlenmiştir. Dolayısıyla deney grubunda modeller ve modelleme etkinlikleriyle işlenen derslerin, kontrol grubunda gerçekleştirilen mevcut öğretime kıyasla öğrencilerin başarılarının artmasında daha da etkili olduğunu göstermektedir.

Araştırmada deney grubunda “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde yer alan “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusu modellerle ve modelleme etkinlikleriyle işlenirken, kontrol grubunda herhangi bir müdahalede bulunulmamış, dersin öğretmeni mevcut öğretim programına uygun şekilde her zaman işlediği gibi derslerini işlemiştir. Gerçekleştirilen

uygulamalar sonrası, MTYBT'ne deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin verdikleri cevaplar istatistiksel olarak karşılaştırıldığında ise, deney grubu öğrencilerinin başarılarının kontrol grubuna kıyasla yüksek olduğu, modellerle ve modelleme etkinlikleriyle işlenen derslerin öğrencilerin "Maddenin Tanecikli Yapısı" konusundaki başarılarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olumlu etkilediği belirlenmiştir (bkz. Tablo 9). Farklı yaş gruplarında, farklı alanlarda ve farklı konularda yapılan benzer çalışmalarda da, derslerin öğretilmesi sürecinde modeller kullanıldığında öğrencilerin başarılarının arttığı ulusal ve uluslararası birçok çalışmada yer alan sonuçlar ile benzerlik oluşturmaktadır (Akıllı, 2011; Batı, 2014; Bilal, 2010; Burkaz, 2012; Çoban, 2009; Demirçalı, 2016; G. Örnek, 2010; Harrison, 2001; Köklü, 2009; K. V. Özcan, 2016; Zeytinli-Ünal, 2018).

Deney ve kontrol grubunun "Maddenin Tanecikli Yapısı" konusundaki başarıları arasındaki farkın, deney grubu lehine olmasının en önemli sebebinin derslerin işlenmesinde kullanılan yöntemden kaynaklandığı söylenebilir. Modeller özellikle soyut konuların somutlaştırılmasında önemli öğretim araçlarıdır. Bu açıdan bakıldığında çalışmada "Maddenin Tanecikli Yapısı" konusu içerisindeki atom, molekül, atomun yapısı, atom modelleri, elektron dizilimi gibi soyut kavramların ve durumların modeller ve modelleme etkinlikleri sayesinde öğrenci için daha somut hale geldiği, zihinlerinde daha kolay canlandırdıkları görülmüştür. Bu sonuçla uyumlu şekilde, Demirel ve Altun (2007) modeller sayesinde soyut kavramların, olayların ya da durumların öğrenciler tarafından daha kolay zihinde canlandırılabilirdiğini, daha anlaşılır olacağını ve daha kalıcı öğrenmeler gerçekleştirebileceklerini ifade etmişlerdir. Dahası, bu sonuç fen eğitimi alanında çeşitli konularda yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Balkan, 2007; Minaslı, 2009; Zeynelgiller, 2006).

Bu çalışmada araştırılmamış olsa da, literatürdeki farklı çalışmalarda fen bilimleri derslerinde veya farklı derslerin öğretimi sürecinde modellerin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarısını artmanın yanı sıra öğrencilerin farklı becerilerinin de gelişmesine katkı sağladığı ifade edilmektedir. Kandemir (2011), çalışmasında matematikte modellemeye yer verilen etkinliklerle öğrencilerde problem çözme ve yaratıcılıkların geliştiğini ifade etmiştir. Yine birçok çalışmada modellerle veya modelleme etkinlikleriyle öğretim sürecinin öğrencilerin tutumlarında olumlu değişikliklere yol açtığı ifade edilmektedir (Çevik, 2018; K. V. Özcan, 2016; Ulusoy, 2011; Zeytinli-Ünal, 2018). Farklı çalışmalarda 3D bilgisayar modellerinin akademik başarıyı artırmada ve zihinsel modellerin gelişmesinde etkili olduğu, öğrenmeyi artırarak 3 boyutlu düşünebilme becerisine katkıda bulunduğu belirtilmiştir (Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014; Minaslı, 2009; K. V. Özcan, 2016). Bunların yanı sıra, literatürde modellerle fen öğretiminin öğrencilerde; problem çözme, düşünme, karşılaştırma, analiz etme, sentez etme ve sonuca varma gibi davranışların gelişmesini

sağladığı (Günbatar ve Sarı, 2005), kavramsal değişimde artışa neden olduğu, öğrencilerin bilimsel bilginin varlık alanı ile ilgili görüşlerinde olumlu etki yarattığı, öğrencilerin algısal, sıradan ve bilimsel gerçeklikle ilgili anlayışlarını geliştirdiği (Ünal-Çoban, 2009) sonuçları yer almaktadır.

5. 2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Tartışma

Model ve modellemelerin kullanıldığı öğretim sürecinin 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı hakkındaki zihinsel modelleri üzerine etkisi nedir? alt problemine yönelik tartışma aşağıda sunulmuştur.

Öğrenciler 7. sınıf “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunu işleyene kadar fen bilgisi dersinde atom kavramını öğrenmemişlerdir. 6. sınıfta öğrenciler katı, sıvı ve gaz konusunda maddeyi oluşturan tanecikler ve bu taneciklerin hareketlerini “atom” olarak isimlendirmeden “tanecik” olarak öğrenmişlerdir. Bu nedenle uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin atomu küre şeklinde çizmeleri beklenirken, çalışmaya katılan öğrencilerin farklı türden atom modelleri çizdikleri görülmüştür. Öğrenciler tarafından uygulama öncesinde farklı atom modellerinin çizilmesi şaşırtıcıdır. Öğrenciler çalışma konusundaki atom kavramını hiç görmemiş olmalarına rağmen bu kadar çeşitli atom modelleri çizmeleri çevresel faktörlerin öğrenme üzerindeki etkisini göstermektedir. Öğrencilerin atom kavramı ile ilgili bu kadar çeşitli model çizmelerine günlük hayattaki “Bilim Çocuk” ve “Bilim Teknik” gibi bilimsel magazin dergilerinin, kitapların, belgesellerin, internettin neden olabileceğini aklımıza getirmektedir. Nitekim literatürde yer alan Eryılmaz-Muştu ve Ucer’in (2018) çalışmasında öğrencilerin atom kavramı ile ilgili birtakım kavramlarının nedeninin, Türkçe ders kitapları, sosyal bilgiler ders kitapları, ilkökul öğretmenleri, tv-film-gazete gibi medya ürünlerinin ve bilgisayar oyunlarının olduğu belirtilmektedir. Benzer bir durum literatürdeki başka araştırmalarda da ortaya çıkmıştır (Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2002; Özgür ve Bostan, 2007; Yaseen ve Aygun, 2016).

Ancak öğretim faaliyetleri sonucunda kontrol grubunun tamamının, deney grubunda da 1 öğrenci hariç diğerlerinin “Bohr Atom Modeli” benzeri çizimler yaptığı ve benzer bir zihinsel modele sahip oldukları görülmektedir. Hem deney hem de kontrol grubunda konunun öğretimine rağmen ve “Modern Atom Modeli” derste işlenmiş olmasına rağmen öğrencilerin “Bohr Atom Modeli” benzeri bir zihinsel modele sahip olmaları oldukça şaşırtıcıdır. Bunun temel nedeni hem öğretmenlerin hem de ders kitaplarının kullandıkları gösterimler olabilir. Öğrencilere atom ve atomun yapısı, iyon oluşumu gibi kavramların öğretimi esnasında sınıfta yazı tahtasında ya da ders kitaplarında ancak basitçe iki boyutlu gösterimler yapılabilmektedir ve çoğunlukla bu gösterimler “Bohr Atom Modeli” benzeri bir

resim/çizim üzerinden gösterilmektedir. Benzer bir yorum Yaseen ve Aygun (2016) tarafından da yapılmıştır. Yaseen ve Aygun (2016) bir lisedeki 9., 10. ve 11. sınıfta yer alan öğrencilerinin atomla ilgili zihinsel modellerini ders kitaplarında yer alan görsellerle karşılaştırdıkları çalışmalarında; öğrencilerin zihinlerinde en fazla yer edinen atom modelinin “Bohr Atom Modeli” olduğunu tespit etmiş ve bunun temel sebebi olarak öğrencilerin ortaokul yıllarında Bohr atom modelinin atomun yapısı ve iyon oluşumları gibi konularda kullanılıyor olması ve sıkça bahsedilmesi olarak belirtilmiştir. Benzer çalışmalarda da öğrencilerin zihinlerindeki atom modelinin ortaokul yıllarında sık kullandıkları modelin etkisinde kaldıklarını göstermektedir (Cokelez, 2012). Çoğunlukla üst düzey öğrencilerin de “Modern Atom Modeli” ni öğrendikleri halde ortaokulda ilk olarak öğrendikleri atom modelinin etkisinde kaldıkları ifade edilmektedir (Cokelez, 2012; Özgür ve Bostan, 2007).

Öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin öğretim faaliyetlerinden etkilendiği görülmektedir. Uygulama öncesinde her iki gruptaki öğrencilerden bazılarının bilimsel modellerle örtüşen bazılarının ise örtüşmeyen çok çeşitli modellere sahip oldukları görülse de, istenen ve beklenen bu olmamasına rağmen uygulama sonrasında yine hemen hemen tüm öğrencilerin konunun işlenişi sırasında en sık gösterime ve kullanıma sahip olan “Bohr Atom Modeli” benzeri zihinsel modele sahip oldukları görülmektedir. Yani, dersin işlenişi sürecinde en fazla kullanılan ve ders kitabında en çok yer verilen modelin öğrencilerin atomla ilgili zihinsel modellerini etkilediği görülmektedir. Günümüzde atomun yapısını açıklamada kullanılan ve her iki gruptaki derslerde de işlenen “Modern Atom Teorisi” nin öğrencilerin zihinsel modellerinde yer edinmediği görülmektedir. Hâlbuki özellikle deney grubunda öğrencilere modern atom modeline yönelik hazır modeller sunulmuş ve öğrencilerinde modern atom teorisini modellemeleri için etkinlikler düzenlenmiştir. Hatta öğrencilerin oluşturdukları bu modelleri arkadaşlarına sunmalarının sağlanmasına rağmen “Bohr Atom Modelini” çizmiş olmalarının bir nedenini; öğrencilere yöneltilen soru ifadesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. “Sizce atomun yapısı nasıldır, çizerek açıklayınız?” şeklinde yer alan sorunun “Sizce günümüzde geçerli olan atomun yapısı nasıldır, çizerek açıklayınız? şeklinde olması gerektiği ve yaş grubu düşünüldüğünde daha farklı sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir. Farklı yaş gruplarında ve farklı alanlarda yapılan benzer çalışmalarda da derslerin öğretilmesi sürecinde öğrencilerin öğretim faaliyetleri esnasında kullanılan modellerden etkilendiği ancak öğrencilerin zihinsel modellerinde geçerli ve son teori olan “Modern Atom Teorisi (Elektron Bulutu Modeli)”nin yapılanmadığı (Akyol, 2009; Çökelez ve Yalçın, 2012; Taylan Yıldız, 2006) ya da az sayıda öğrencinin zihinsel modelinde yer edindiği belirlenmiştir (Cokelez ve Dumon, 2005; Mirzalar-Kabapınar, 2008; Özgür ve Bostan, 2007).

Öğrencilerin atomun büyüklüğü ile ilişkili çeşitli zihinsel modellere sahip oldukları belirlenmiştir. Gerek öğretim öncesinde gerek öğretim sonrasında hem deney hem de kontrol grubunun atomun büyüklüğünü genellikle yaşadıkları dünyadaki nesnelere benzeterek açıklamaya çalıştıkları sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler atomun büyüklüğünü “Mikrop”, “Karınca”, “Pirinç Tanesi”, “Top”, “Fındık”, “Şeker”, “Boncuk”, “Bilye” gibi gözlemediği veya gözlemleyemediği nesnelere benzeterek açıklamıştır. Öğrencilerin atom kavramını gözlenebilen küçük nesnelere benzettiği (Eryılmaz-Muştu ve Ucer, 2018), yuvarlak şeklindeki nesnelere öğrenim öncesi ve sonrasında en fazla “top” ve “küçük yuvarlak cisimler”e benzettiği (Çökelez ve Yalçın, 2012) sonucu literatürdeki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Minaslı ve Gündoğdu (2013) da, ortaokul öğrencilerinin fen dersindeki bazı kavramlara dair metaforik algılarını inceledikleri çalışmalarında öğrencilerin atomu; “Dünya”, “Top”, “Atom Bombası”, “Bilye” ve “Atom Karınca” ile benzeterek açıkladıklarını ifade etmişlerdir. Benzer çalışmalarda da öğrencilerin atomu bu türden benzerliklerle ifade etmeye çalıştıkları görülmektedir (Çökelez, 2012; Çökelez ve Yalçın, 2012; Eryılmaz-Muştu ve Ucer, 2018; Kaya, 2018). Ayrıca öğrencilerin bir kısmının atom ve molekülleri mikropalara benzeterek atomun mikroskop altında görülebileceği fikrine de sahip olduğu görülmektedir (Ergün, 2013).

Öğrencilerin kullandığı bu benzetmelerin en önemli sebebi; öğretmenlerin yaptıkları çeşitli benzetmeler olabilir. Öğretmenler atomu ve çekirdeğini anlatırken "Atom, maddenin bölünemeyen en küçük yapı taşıdır", "Atom, hücrenin en temel ve basit yapısıdır", "atom bir futbol sahası olarak düşünülürse, bu sahanın ortasındaki top çekirdeğe benzetilebilir", "1 toplu iğnenin ucunda bile trilyonlarca atom vardır" gibi benzetim ifadelerini sıklıkla kullanmaktadırlar. Ancak öğrencilerin bu benzetmeleri tam anlayamamaları ve bazı kısımlarını göz ardı etmeleri, onların böyle düşünmelerine sebep olabilir. Örneğin öğretmenin toplu iğne açıklamasında "1 toplu iğnenin ucunda bile ucunda bile trilyonlarca atom vardır" ifadesinde sadece toplu iğne kısmını hatırlayan ve diğer kısımları ihmal eden öğrenci, basitçe atomun toplu iğne ucu kadar olduğunu düşünebilir. Analogilerin kullanımının öğrenciye birçok yarar sağlamasının yanı sıra, analogiyi öğrencilerin tam olarak anlayamamaları ya da öğrencilerin muhakeme yeteneklerinin yetersiz olması durumlarında öğrencilerin benzetilen kavramı anlamalarında sorun yaratacağı ve başarısızlığa sebep olacağı ifade edilmektedir (Demirci-Güler, 2007).

Ayrıca öğrencilerin atomun büyüklüğünü genellikle makro dünyadaki yapılarla benzetmeleri (gözlenebilen küçük ve büyük), sezgisel bir durum da olabilir. Öğrenciler, atomun büyüklüğünü etraflarında gördükleri, bildikleri ve en çok karşılaştıkları nesnelere üzerinden açıklamaya çalışmış olabilir. Atomun büyüklüğünü küçük mikroskobik canlılara benzetmelerini sebebi (gözlenemeyen küçük) ise derslerde öğrendikleri çeşitli bilgileri

yanlış ilişkilendirmeleri ve dolayısıyla yanlış sonuçlara ulaşmaları olabilir. Örneğin hem atomu hem de hücreyi göremeyen öğrenci, hücrenin de canlıların en küçük yapıtaşı olduğu bilgisine sahipse, yanlış bir ilişkilendirme ile atomun da hücre kadar olduğu fikrine sahip olmuş olabilir. Öğrencilerin bu tip bazı bilgileri göz ardı ettikleri ve yanlış ilişkilendirmeler kurdukları, bu nedenle de yanlış sonuçlara ulaştıklarıyla ilgili literatürde çeşitli çalışma sonuçları vardır. Bunlardan biri Ünal (2007)'ın yaptığı çalışmadır. Ünal (2007) çalışmasında bunu "mikroskobik boyutlarda gerçekleşen olaylarla nesnelere zihinlerinde tam olarak canlandıramayan ve zayıf anlamalara sahip olan öğrenciler, mikroskobik dünyadaki tanecikleri ve gerçekleşen olayları makroskobik dünyadaki nesnelere ve olaylarla benzeterek açıklamaya çalışmaktadırlar" şeklinde yorumlamıştır.



6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın temel problemi ve alt problemine yönelik elde edilen bulgularla ilişkili olarak ulaşılan sonuçlar, öneriler ve araştırma sonuçlarına dayalı öneriler yer almaktadır.

6. 1. Sonuçlar

Bu çalışmada amaç; modellerin ve modelleme etkinliklerinin kullanıldığı öğretim sürecinin 7. sınıf “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesindeki “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki öğrenci başarısı ve atomun yapısıyla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. Çalışmanın veri toplama araçlarıyla elde edilen bulgular ve yapılan tartışmaların sonuçları aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

1. Ön ve son MTYBT verilerinin analizi sonucunda; deney grubunda modellerle ve modelleme etkinlikleriyle işlenen derslerin, deney grubu öğrencilerinin “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki başarılarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırdığı belirlenmiştir. Buna göre modellerle ve modelleme etkinlikleriyle gerçekleştirilen derslerin öğrencilerin akademik başarılarının artmasını olumlu bir şekilde etkilediği sonucuna varılmıştır
2. Ön ve son MTYBT verilerinin analizi sonucunda; kontrol grubunda mevcut programa göre ve öğretmenin her zaman işlediği şekilde yürütülen derslerin kontrol grubu öğrencilerinin “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki başarılarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırdığı ancak bu artışın deney grubundaki kadar yüksek oranda gerçekleşmediği belirlenmiştir. Buna göre mevcut öğretimin de öğrencilerde akademik başarıyı artırdığı ancak bu artışın istenilen düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
3. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin gerçekleştirilen uygulamaların sonrasında “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki başarıları MTYBT son test puanları şeklinde kıyaslandığında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Buna göre modellerle ve modelleme etkinlikleriyle gerçekleştirilen öğretim sürecinin mevcut öğretime kıyasla öğrencilerin “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki başarılarını daha fazla artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
4. Çalışmada elde edilen tüm bulgulara dayalı olarak; modellerin ve modelleme etkinliklerinin etkili bir öğrenme-öğretme aracı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Deney

grubunda soyut olan Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun öğretilmesi sürecinde modellerin kullanılmasının, konunun içerisindeki atom, molekül gibi birçok soyut kavramın somutlaştırılmasında, kavramların daha kolay algılanmasını ve zihinde canlandırılmasını sağlamada ve dolayısıyla soyut kavramların öğrenilmesini kolaylaştırmada etkili olduğu belirlenmiştir.

5. Hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin öğretime rağmen modern atom modelini benimsemedikleri veya tam olarak zihinlerinde canlandıramadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin öğretime rağmen ders kitaplarında ve öğretmen açıklamalarında “atomu iki boyutta gösterme” sınırlığı nedeniyle en yaygın kullanılan “Bohr Atom Modeli” benzeri bir zihinsel modele sahip oldukları belirlenmiştir.
6. Model ve modelleme etkinliklerinin kullanılmasının öğrencilerin zihinsel modelleri üzerinde kısmen olumlu yönde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler uygulama sonrasında beklendiği şekliyle “Modern Atom Modeli” benzeri bir zihinsel modele sahip olmasalar da, model ve modelleme etkinlikleriyle gerçekleştirilen öğretim süreci sonrasında, deney grubu öğrencilerinin en azından uygulama öncesinde sahip oldukları “Dünya Benzeri Model”, “Karma Model” “Molekül Etkisindeki Model” gibi bilimsel olmayan zihinsel modellerini terk ettikleri ve daha bilimsel zihinsel modellere sahip oldukları görülmüştür.
7. Öğrencilerin uygulamanın öncesinde ve sonrasında atomun büyüklüğünü günlük hayatta gözlemledikleri nesnelere üzerinden tarif etme ve kıyaslama eğiliminde oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu benzetmelerin “hücre kadardır”, “şeker tanesi kadardır”, “mikrop kadardır”, “toz tanesi kadardır”, “pirinç tanesi kadardır”, “karınca kadardır”, “insan vücudunun en küçük birimidir”, “maddenin en küçük yapı taşıdır”, “toplu iğnenin ucu kadardır” şeklinde olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, öğrencilerin hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında atomun yapısını makroskobik (gözle görülebilen küçük, gözle görülebilen büyük) ve mikroskobik (gözle görülemeyen küçük) boyuttaki daha aşina oldukları varlıklara benzeterek tanımladıkları ortaya çıkmıştır.
8. Çalışmaya katılan 7. Sınıf öğrencileri, önceki eğitim yıllarında atomu ve yapısını görmemiş olmalarına rağmen, uygulama öncesinde (konuyu işlemeden önce) yaptıkları çizim ve açıklamalardan atom kavramının ucuyla ilgili çok sayıda zihinsel modele sahip oldukları belirlenmiştir. Buna dayalı olarak çevresel faktörlerin öğrenme üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılabilir. Öğrencilerin bir konuyu okulda öğrenmeseler bile, internet, sosyal medya, akranlar, gazete ve dergiler gibi çok çeşitli yerlerden konuyla ilgili ön bilgi sahibi olabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

6. 2. Öneriler

Bu bölümde yapılan önerileri, araştırmanın sonuçlarına dayalı öneriler ve ileride yapılabilecek çalışmalara yönelik öneriler şeklinde verilmiştir.

6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

Bu bölümde araştırma da yer alan sonuçlara dayalı olarak sunulan önerilere yer verilmiştir.

1. Modellerle ve modelleme etkinlikleriyle işlenen derslerin, deney grubu öğrencilerinin “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusundaki başarılarını ve atomla ilgili zihinsel modellerini olumlu etkilediği sonucuna dayalı olarak, özellikle soyut ve anlaşılması zor olan çeşitli fen kavramlarının öğretiminde model ve modellemelerin kullanılması ve etkililiğinin araştırılması önerilmektedir.
2. Model ve modelleme etkinliklerinin hem bu çalışmada ve literatürdeki diğer çalışmalarda ortaya çıkan akademik başarı üzerindeki olumlu etkisi, hem de modelleme sürecinin bilimin özünü teşkil etmesi ve bilimsel bilgilerin üretilme yolu olması nedeniyle; diğer gelişmiş ülkelerin programlarında olduğu gibi ülkemiz fen programlarında da modellere ve modelleme etkinliklerine daha fazla ağırlık verilmesi önerilmektedir
3. Öğrenciler modellerin yer aldığı bir öğrenme ortamında öğrenmeyi gerçekleştirirken, modellerin temsil ettiği kavramın gerçek boyutu ve özellikleri hakkında yanlışlara sahip olabilmektedir. Bunun için öğrenme ortamlarında modeller kullanılırken model ile temsil ettiği kavram arasındaki benzerlikler ve farklılıklar hakkında öğrencilere yeterince bilgilendirilme yapılmalıdır.
4. Ders kitapları eğitim-öğretim faaliyetlerinde öğrencilerin en fazla kullandığı kaynaklardan biridir. Bu nedenle eğitim-öğretim faaliyetleri için hazırlanan fen bilimleri kitaplarında model ve modellemeleri içeren etkinliklere sıkça yer verilmelidir. Ancak bu model ve modelleme etkinlikleri esnasında yanlışlardan uzak modellere yer verilmelidir. Ayrıca ders kitaplarında bu tür gösterimlerin (modellerin) aslında bire model olduğu ve gerçeği birebir yansıtmadığı uyarısı mutlaka bulunmalıdır. Ders kitaplarında kullanılan modellerin eksik yönleri, gerçeği ile benzeyen ve farklılaşan yönleri mutlaka belirtilmelidir.
5. Çalışmada öğrencilerin bireysel ve grup olarak oluşturduğu modellerin sunumunu yapması sağlanmıştır. Bu sayede hem öğrencilerin modeller üzerinde tartışmasına olanak verilmiştir hem de yapılan modellerin eksik yönleri öğrencilere belirtilerek

kavramı (örneğin atomu ve yapısını) zihinlerinde daha doğru canlandırmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Öğretim süreci içerisinde öğrencilerin zihinlerindeki modelleri ortaya koymalarını sağlayacak modeller oluşturmalarına ve sonrasında bu modellerin eksik yönlerinin tartışılmasına imkan veren bir öğrenme ortamı sağlanırsa öğrenciler yanılgılardan uzak, daha bilimsel anlamalara sahip olabilir. Böylece kavramın ilk defa öğrenilmesi sırasında oluşabilecek kavram yanılgılarına anında müdahale edilebilir. Bu noktada öğretim esnasında modelleme etkinliklerine yer verilmeli ve öğretmen rehberliğindeki tartışmalarla varsa bir eksiklik ve yanılgı anında düzeltilmelidir.

6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Çalışmalara Yönelik Öneriler

Araştırmanın bu bölümünde araştırmacılara model ve modellemeler ile gerçekleştirilen öğretim yöntemleri ve zihinsel modellerle ilgili yapabilecekleri araştırmalara yönelik olarak önerilerde bulunulmuştur.

1. Bu çalışmada “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun öğretilmesine yönelik olarak geliştirilen modeller ile modelleme etkinlikleri farklı öğretim düzeylerindeki öğrencilere uygulanarak kullanılabilir.
2. Bu çalışmada model ve modelleme etkinliklerinin öğrenci başarısına ve zihinsel modellerine etkisi araştırılmıştır. Gelecek çalışmalarda, modellerin veya modelleme etkinliklerinin öğrenilenlerin kalıcılığına, öğrencilerin bilimsel süreç beceri düzeylerine, bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarına yönelik veri toplama araçları kullanılarak bu değişkenler üzerindeki etkisi belirlenebilir.
3. Araştırmada araştırmacı “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun deney grubunda öğretilmesi için uygulama esnasında kullanacağı tüm materyalleri uygulamadan 1 hafta önce kendi çalıştığı okulda 10 öğrenci ile pilot çalışmasını gerçekleştirmiştir. Bu da hazırlanan materyallerin ve gerçekleştirilecek olan etkinliklerin hem zamanlamasının hem de ortaya çıkabilecek eksikliklerinin tespit edilerek uygulama esnasında dikkat edilmesi gereken durumların belirlenmesini ve kullanılan materyallerin geliştirilmesini sağlayacaktır. Bu nedenle yapılacak olan çalışmalarda materyallerin geliştirilmesi, uygulama esnasında ortaya çıkabilecek olumsuzlukları önlemek ve var olabilecek eksiklikleri gidermek için ön uygulamasının yapılması faydalı olacaktır.
4. Fen Bilimleri ve özellikle kimya eğitiminde modellerin ve modellemelerin katkısı artmakta ve beraberinde model tabanlı öğrenme ve öğretme ortamlarına ihtiyaç da her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle model ve modellemeye dayalı öğretim

yöntemi ile ilgili farklı sınıf düzeylerinde ve farklı konuların öğretiminde araştırmalar yürütülmelidir.



7. KAYNAKLAR

- Adadan, E. (2014). Model-tabanlı öğrenme ortamının kimya öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramını ve bilimsel modellerin doğasını anlamaları üzerine etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 378-403.
- Akdeniz, A. R. ve Karamustafaoğlu, O. (2003). Fizik öğretimi uygulamalarında karşılaşılan güçlükler. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 193-202.
- Akgün, A., Gönen, S. ve Yılmaz, A. (2005). Fen bilgisi öğretmen adaylarının karışımların yapısı ve iletkenliği konusundaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 1-8.
- Akıllı, M. (2011). *Fen bilgisi eğitimi 2. sınıf öğrencilerine "Atomun yapısı" konusunun 3D bilgisayar modelleri yardımıyla öğretimi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Akıllı, M. ve Seven, S. (2014). 3D bilgisayar modellerinin akademik başarıya ve uzamsal canlandırmaya etkisi: atom modelleri. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 11-23.
- Akpınar, E. (2006). *Fen öğretiminde soyut kavramların yapılandırılmasında bilgisayar desteği: Yaşamımızı yönlendiren elektrik ünitesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Akyol, D. (2009) *Fen alanında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modellerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Altuntaş-Aydın, M. (2011). *Model ve kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılmasının ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin "Atomun Yapısı" konusunu anlamaları üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Arık, İ. (2014). *Examining 7th grade Turkish eco-school students' mental models of greenhouse effect*. (Unpublished master's thesis). Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Arslan, A. (2013). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin anlama, hatırd tutma, yaratıcılık düzeyleri ile zihinsel modelleri üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Artun, H. ve Özsevgeç, T. (2014). 5E öğrenme modeline uygun öğretim materyallerinin öğretmen adaylarının zihinsel modellerine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 259-285.
- Ataman-Mortaş, M. M. (2011). *6. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısını ve bilimde modellerin rolünü anlamalarının çoklu gösterim öğretimiyle desteklenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007). Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yaratıcı düşüncelerinin ortaya konulması (Çizimler ve açıklamalar yoluyla yaratıcı düşünceler). *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(4), 679-700.
- Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A. R., Özmen, H., Yiğit, N. ve Ayvaci, H.Ş. (2007). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi* (6. Baskı). Ankara: Pegema Yayıncılık.
- Ayas, A. ve Demirbaş, A. (1997). Turkish secondary students' conceptions of the introductory concepts. *Journal of Chemical Education* 74(5), 518-521.
- Aydın, D. (2013). *Farklı sosyo-kültürel çevrelerde (Antalya ili örneği) öğrenim gören ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin çevre sorunlarına yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi*, (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, G. (2011). *Öğrencilerin "Hücre bölünmesi ve kalıtım" konularındaki kavram yanılgılarının giderilmesinde ve zihinsel modelleri üzerinde yapılandırmacı yaklaşımın etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Ayvaci, H. Ş., Bebek, G. ve Durmuş, A. (2015). Fen bilimleri programı'ndaki modelleme kazanımlarının önemi ve uygulanabilirliği hakkında öğretmen görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 334-350.
- Balkan, A. (2007). *İlköğretim 7. sınıf sosyal bilgiler dersinde harita kullanımının derse karşı tutuma, başarıya ve hatırdaki tutma düzeyine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Başer, M. ve Çataloğlu, E. (2005). Kavram değişimi yöntemine dayalı öğretimin öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda ki yanlış kavramlarının giderilmesindeki etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 43-52.
- Batı, K. (2014). *Modellemeye dayalı fen eğitiminin etkililiği; Bu eğitimin öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ile eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baybars, M. G. ve Küçüközer, H. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının "atom" kavramına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(4), 405-417.
- Baytok, H. (2007). *Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı öğretimin ilköğretim 7. sınıf basınç konusunda öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Bıyıklı, C. ve Yağcı, E. (2015). 5E öğrenme modeline göre düzenlenmiş eğitim durumlarının akademik başarı ve tutuma etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 128-164.
- Bilal, E. (2010). *Elektrik konusunun modelleme yoluyla öğretiminin kavramsal anlama, akademik başarı ve epistemolojik inançlara etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Bilge, E. ve Bahçeci, Ş. (2017). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül modelini oluşturma sürecinde izledikleri yolların değerlendirilmesi. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 6(1), 21-35.
- 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(20), 26-32.
- Burkaz, S. (2012). *Fen ve teknoloji öğretiminde üç boyutlu modellerin yapılandırmacı öğrenme ortamında kullanımı* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Bülbül, S. (2019) . *Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi, bu becerilere yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Trabzon Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon.
- Büyükoztürk, Ş. (2010). *Deneysel desenler; öntest-sontest kontrol grubu desen ve veri analizi* (12. Baskı). Ankara: Pegema Yayıncılık.
- Candan, A., Türkmen, L. ve Çardak, O. (2006). Kavram haritalamanın ilköğretim öğrencilerinin hareket ve kuvvet kavramlarını anlamalarına etkileri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1), 66-75.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken S. ve Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramalar. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 135-146
- Caymaz, B. (2008). Fen ve teknoloji ve sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji okuryazarlığına ilişkin öz yeterlik algıları. *Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.*
- Cerit-Berber, N. (2008). *İş-güç-enerji konusunun öğretiminde pedagojik-analojik modellerin kavramsal değişimin gerçekleşmesine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Cerit-Berber, N. ve Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fende rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 87-97.
- Cokelez, A. (2012). Junior high school students' ideas about the shape and size of the atom. *Research in Science Education*, 42(4), 673-686.
- Cokelez, A. ve Dumon, A. (2005). Atom and molecule: Upper secondary school French students' representations in long-term memory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(3), 119-135.
- Coll, R. K. and Treagust, D. F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, 31(3), 357-382.
- Çakır, M. (2011). *Üstün yetenekli öğrencilerin "iletkenlik ve yalıtkanlık" kavramları hakkındaki zihinsel modellerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

- Çalık, M. (2006). *Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözümler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulanması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çavdar, O. (2016). *Fen ve teknoloji dersinin öğretiminde iyi bir eğitim ortamı için yedi ilke ve modellerin işbirlikli öğrenme yöntemiyle uygulanması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çavdar, O., Okumuş, S., Alyar, M. ve Doymuş, K. (2016). Maddenin tanecikli yapısının anlaşılmasına farklı yöntemlerin ve modellerin etkisi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 555-592.
- Çavdar, O., Okumuş, S. ve Doymuş, K. (2016). Fen eğitimi öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısıyla ilgili anlamalarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(33), 69-93.
- Çelik, S. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışları. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 8(1), 9-26.
- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (Geliştirilmiş 4. baskı), Trabzon.
- Çevik, M. E. (2018). *Modellemelerle öğretimin 11. sınıf gazlar ünitesindeki öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., Mamiala, T. L. and Mocerino, M. (2005). Students' perceptions of the role of models in the process of science and in the process of learning. *Research in Science and Technological Education*, 23(2), 195-212.
- Çoban, G. Ü. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çökelez, A. ve Yalçın, S. (2012). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modellerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 11(2), 452-471.
- Değirmençay, Ş. A. (2010). *Zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline dayalı rehber materyallerin kavramsal değişim üzerine etkileri: Isının yayılması ve genleşme* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demir-Okatan, S. (2010). *Fen bilgisi eğitiminde modellendirme ve somutlaştırmanın öğrenci başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Demirci-Güler, M. P. (2007). *Fen öğretiminde kullanılan analogiler, analogi kullanımının öğrenci başarısı, tutumu ve bilginin kalıcılığına etkisinin araştırılması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demircioğlu, H. (2003). *Sınıf öğretmen adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Demircioğlu, G., Altuntaş-Aydın, M. ve Demircioğlu, H. (2016). Kavramsal değişim metninin ve üç boyutlu modelin 7. sınıf öğrencilerinin atomun yapısını anlamalarına etkisi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 70-96.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. Ayas, A. ve Kongur, S. (2012). Onuncu sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili teorik ve uygulama bilgilerinin karşılaştırılması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 162-181.
- Demircioğlu, G. ve Erçebi, M. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal ve algoritmik kimya sorularındaki performanslarının karşılaştırılması. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 145-169.
- Demircioğlu, H., Vural S. ve Demircioğlu G. (2013). Üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel modelleri: maddenin tanecikli yapısı. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 38, 65-84
- Demirçalı, S. (2016). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve zihinsel model gelişimlerine etkisi: 7. sınıf "Güneş Sistemi ve Ötesi - Uzay Bilmecesi" ünitesi örneği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demirel, Ö. ve Altun, E. (2007). Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı (1. baskı). Ankara: Pegem A yayıncılık.
- Derman, A. (2014). Lise öğrencilerinin kimya kavramına yönelik metaforik algıları. *Turkish Studies- International Periodical for The Languages, Literature and History of Turkish*, 9(5), 749-776.
- Dışbudak, K. (2014). *Model oluşturma etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dinçer, T. (2018). *Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve manyetik alan ile ilgili zihinsel modelleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Düşkün, İ. ve Ünal, İ. (2015). Modelle öğretim yönteminin fen eğitimindeki yeri ve önemi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(4), 1-18.
- Ekiz, M. (2015). *Model ve etkinliklerle desteklenen öğretim sürecinin sindirim sistemi konusundaki kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri üzerindeki etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Er-Nas, S. (2008). *Isının yayılma yolları konusunda 5E modelinin derinleşme aşamasına yönelik olarak geliştirilen materyallerin etkililiğinin değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Erdem, E., Yılmaz, A. ve Morgil, İ. (2001). Kimya dersinde bazı kavramlar öğrenciler tarafından ne kadar anlaşılıyor?. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 65-72.
- Ergün, A. (2013). *Atom ve moleköl konusunda kavram yanlışları ve bunları iyileştirmek için örnek etkinlikler* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Ergün, A. ve Sarıkaya, M. (2014). Maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde modele dayalı aktivitelerin etkisi. *NWSA-Education Sciences*, 1, 248-275.
- Eryılmaz-Muştu, Ö. ve Ucer, S. (2018). Ortaokul öğrencilerinin atom kavramına ilişkin bilgi seviyelerinin incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 202-216.
- Gençer, Z. (2006). *İlköğretim öğrencilerinin (6., 7. ve 8. sınıflar) hücre konusundaki kavram yanlışlarının tespiti üzerine bir araştırma* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gilbert, J.K., Boulter, C.J., and Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In J.K. Gilbert & C.J. Boulter (Eds.). *Developing models in science education* (pp. 3–18). Dordrecht: Kluwer.
- Gödek, Y. (2004). The importance of modeling in science education and in teacher education. *Journal of Hacettepe University Education Faculty*, 26, 54-61.
- Gözmen, E. (2008). *Lise 1. sınıf biyoloji dersinde okutulan "Mayoz Bölünme" konusunun öğretilmesinde modellerin öğrenmeye etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Güçlüer, E. (2006). *İlköğretim fen bilgisi eğitiminde kavram haritaları ile verilen bilişsel desteğin başarıya, hatırd tutmaya ve fen bilgisi dersine ilişkin tutuma etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Gülçiçek Ç., Bağcı, N. ve Moğol, S., (2003). Öğrencilerin atom yapısı-güneş sistemi pedagojik benzeştirme (anoloji) modelini analiz yeterlilikleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 159, 74-84.
- Gülçiçek, Ç. ve Güneş, B. (2004). Fen öğretiminde kavramların somutlaştırılması: modelleme stratejisi, bilgisayar simülasyonları ve analogiler. *Eğitim ve Bilim*, 29(134), 36-48.
- Günbatar, S. ve Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Harman, G. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme ile ilgili bilgilerinin incelenmesi. *Paper presented at the X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde.
- Harrison, G. A. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?. *Research in Science Education*, 31(31), 401-435.

- Harrison, G. A. and Treagust, F. D. (2000). A typology of science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- İyibil, Ü. (2010). *Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını anlama düzeylerinin ve ilgili kavramlara ait zihinsel modellerinin analizi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- İyibil, Ü. ve Sağlam-Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 25-46.
- Justi, R. and Gilbert, J. K. (2002a). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Justi, R. and Gilbert, J. K. (2002b). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science, *International Journal of Science Education*, 24(12), 1273-1292.
- Kahraman, S. ve Demir, Y. (2011). Bilgisayar destekli 3D öğretim materyallerinin kavram yanılgıları üzerindeki etkisi: Atomun yapısı ve orbitaller. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 1-16.
- Kandemir, M. A. (2011). *Modelleme etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine problem çözüme ve teknolojiye ilişkin düşüncelerine etkisinin incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Karacan, H. (2014). *Fizik öğretmenlerinin ve fizik öğretmen adaylarının elektrik akımı konusundaki zihinsel modellerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karagöz, Ö. ve Sağlam-Arslan, A. (2012). İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 132-142.
- Karslı, F. ve Ayas, A. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimya konularında sahip oldukları alternatif kavramlar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(2), 284-313.
- Kavak, N. (2007). Maddenin tanecikli doğası hakkında ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin imaj oluşturmalarına rol oynama öğretim yönteminin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 327-339.
- Kaya, A. (2018). Ortaöğretim öğrencilerinin atom kavramını anlama seviyelerinin tespiti. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 1-9.
- Kaya, S. ve Elgün, A. (2014). Eğitsel oyunlar ile desteklenmiş fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(1), 329-342.
- Kayhan, H. C. (2010). Model ve zihinsel modeller. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2, 407-422.

- Kenan, O. (2014). "Maddenin tanecikli yapısı" ünitesine yönelik zenginleştirilmiş bilgisayar destekli öğretim materyalinin geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Khan, S. (2007). Model-based inquiries in chemistry. *Science Education*, 91(6), 877-905.
- Kılıç, A. (2017). Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kavram yanılgıları (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kırbaşlar, F. G. ve İnce, E. (2010). İlköğretim ve ortaöğretim ders kitaplarında atom kavramı ve konularının incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 188, 251-267.
- Kirman-Bilgin, A. ve Yiğit, N. (2017). Öğrencilerin "Maddenin tanecikli yapısı" konusu ile bağlamları ilişkilendirme durumlarının incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 303-322.
- Koç, G. (2006). Yapılandırmacı sınıflarda öğretmen-öğrenen rolleri ve etkileşim sistemi. *Eğitim ve Bilim*, 31(142), 56-64.
- Köklü, N. (2009). *Elektrik konularının öğretiminde pedagojik - analogik modellerin öğrenci başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kurnaz, M. A. (2011). *Enerji konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamlarının zihinsel model gelişimine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. MEB Yayınları, Ankara.
- Minaslı, E. (2009). *Fen ve teknoloji dersi maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinin öğretilmesinde simülasyon ve model kullanılmasının başarıya, kavram öğrenmeye ve hatırlamaya etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mirzalar-Kabapınar, F. (2008). *Öğrencilerin kimyasal bağ konusundaki kavram yanılgılarına ilişkin literatüre bir bakış I: Moleküller arası bağlar*. Milli Eğitim Dergisi. 2008.
- Muştu, Ö. (2016). *Lise öğrencilerinin evren hakkındaki zihinsel modellerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö. ve Benlikaya, R. (2002). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(4), 88-98.
- Okumuş, S. (2017). "İyi bir eğitim ortamı için yedi ilke"nin işbirlikli öğrenme ve modellerle birlikte uygulanmasının fen bilimleri dersinin anlaşılmasına etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Okumuş, S., Çavdar, O., Alyar, M. ve Doymuş, K. (2017). Kimyasal denge konusunun mikro boyutta anlaşılmasına farklı öğretim yöntemlerinin etkisi. *İlköğretim Online*, 16 (2), 727-745.
- Okumuş, S. ve Doymuş, K. (2018). İyi bir eğitim ortamı için yedi ilkenin işbirlikli öğrenme ve modellerle birlikte uygulanmasının 6. sınıf öğrencilerinin fen başarısına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(25), 203-238.
- Okumuş, S., Öztürk, B., Doymuş, K. ve Alyar, M. (2014). Maddenin tanecikli yapısının mikro ve makro boyutta anlaşılmasının sağlanması. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4 (1), 349-368.
- Ormanlı, Ü. ve Balım, A.G. (2014). Ortaokul öğrencilerinin madde konusuna yönelik fikirleri: Çizim yöntemi. *İlköğretim Online*, 13 (3), 827-846.
- Örnek, F. (2008). Models in science education: Applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental and Science Education*. 3(2), 35-45.
- Örnek, G. (2010). *Lise 2. sınıf biyoloji dersinde okutulan "mitoz bölünme" konusunun öğretilmesinde modellerin öğrenmeye etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özalp, D. (2008). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusundaki kavram yanlışlarının ontoloji temelinde belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özcan, İ. (2005). *Ortaöğretim fen öğretmenlerinin model ve modelleme hakkındaki görüşleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özcan, K. V. (2016). *Tıp eğitiminin 3 boyutlu modellerle desteklenmesinin öğrencilerin akademik başarılarına, uzamsal becerilerine ve tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özgür, S. ve Bostan, A. (2007). Atom kavramını epistemolojik analizi ve öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarının karşılaştırılması. *New World Sciences Academy*, 2(3), 214-231.
- Özkan, B. (2001). *Yapılandırmacı öğrenme ortamlarında özgün etkinlik ve materyal kullanımının etkililiği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Öztürk, B. (2017). *Maddenin tanecikli yapısının öğretiminde iyi bir eğitim ortamı için yedi ilke ve modellerle desteklenen işbirlikli öğrenme yöntemlerinin uygulanması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Öztürk-Ürek, R. ve Tarhan, L. (2005). "Kovalent Bağlar" konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırmacılığa dayalı bir aktif öğrenme uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 168-177.
- Paton, R. C. (1996). On a apparently simple modelling problem in biology. *International Journal of Science Education*, 18(1), 55-64.

- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: Animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
- Pekmezci, A. (2017). *6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin değişimi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Polat, Z. (2012). *A comparison between students' mental models of atomic structure and visualizations in textbooks for the concept of atom / Öğrencilerin atom konusundaki zihinsel modelleri ile ders kitaplarındaki atom görsellerinin karşılaştırılması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Salvucci, S., Walter, E., Conley, V., Fink, S. and Saba, M. (1997). Measurement error studies at the National Center for Education Statistics (NCES). *Washington, DC: U. S. Department of Education*.
- Sarıkaya, M. ve Ergün, A. (2014). İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atom ve moleküllerin şekli üzerine bazı fiziksel etkenlerin etkisini anlamalarının araştırılması. *Turkish Journal of Education*, 3(3), 56-73.
- Saydam, Ö. E. (2013). *Fen bilimleri öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı konusu ile ilgili kavram yanılgıları* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Schwarz, C., Reiser, B., Fortus, D., Shwartz, Y., Acher, A., Davis, B..... Hug, B. (2009). Models: Defining a learning progression for scientific modeling. *In Learning Progression in Science (LeaPS) conference, Iowa City, IA, USA*.
- Sözcü, U. (2015). *7. sınıf öğrencilerinin bilimsellik değerlerine ilişkin zihinsel modellerindeki değişimin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kastamonu.
- Şahin, H. (2018). *8. sınıf öğrencilerinin çevre kavramları ile ilgili zihinsel modelleri ve bilişsel haritaları* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Şahin, Y. İ. (2016). *Drama tekniği ile zenginleştirilmiş 5E öğretim modelinin öğrenci başarı ve tutumlarına yönelik etkileri: Maddenin tanecikli yapısı ve karışımlar* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Tağ, M.S. (2012). Atomun yapısı konusunu öğrenmede klasik yöntemler ile bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkileri (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Tan, Ş., Kayabaşı, Y. ve Erdoğan, A. (2002). *Öğretimi Planlama ve Değerlendirme* (3. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Tan, M. ve Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 89-101.
- Tatar, N., Yıldız Feyzioğlu, E., Buldur, S. ve Akpınar, E. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik zihinsel modelleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 2925-2940.

- Taylan-Yıldız, H. (2006). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Tekkaya, C., Çapa, Y., ve Yılmaz, O. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140-147.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. and Mamiala, T. L. (2002). Student's understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Tuncel, S. (2009). *İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersinde maddenin tanecikli yapısı ünitesinin yaratıcı drama ile öğretiminin öğrencilerin başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ulusoy, F. (2011). *Kimya eğitiminde model uygulamalarının ve bilgisayar destekli öğretimin öğrenme ürünlerine etkisi: 12. sınıf kimyasal bağlar örneği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ulutaş, B. (2010). *Kimya eğitimi öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki zihinsel modelleri ve bilişsel haritaları* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ültay, N. ve Çalık, M. (2012). A thematic review of studies into the effectiveness of contextbased chemistry curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 21 (6), 686-701.
- Ültay, E., Dönmez-Usta, N. ve Durmuş, T. (2017). Eğitim alanında yapılan zihinsel model çalışmalarının betimsel içerik analizi. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 31(1), 21-40.
- Ünal-Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7.sınıf ışık ünitesi örneği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ünal-Çoban, G. ve Ergin, Ö. (2013). Modellemeye dayalı fen öğretiminin etkilerinin bilimsel bilgi açısından incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 505-520.
- 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). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Van Driel, J. H. and Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11),1141-1153.
- Yalçın, S. (2011). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modelleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

- Yaseen Z. ve Akaygun S. (2016). Lise öğrencilerinin atom ile ilgili zihinsel modellerinin ders kitaplarındaki görseller ile karşılaştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 469-490.
- Yaşar, M.D. ve Sözbilir, M. (2012). 9.sınıf kimya dersi öğretim programındaki yapılandırıcılığa dayalı öğelerin öğretmenler tarafından uygulamaya yansıtılması. *The Journal of Academic Social Sciences Studies*, 5(7), 789-807.
- Yetim, H. (2015). *Farklı eğitim düzeylerindeki öğrencilerin ve öğretmen adaylarının modellemelerle ilgili görüşlerinin karşılaştırılması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldız, S. (2016). *Isı ve aktarımıyla ilgili sekizinci sınıf öğrencilerinin zihinsel modellerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Yılmaz, A. ve Morgil, İ. (2001). Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(20), 172-178.
- Yiğit N. ve Özmen H. (2006). "Fen Öğretimine Yönelik Hazırlanan Modellerin Kazandırmayı Amaçladıkları Davranışlar Açısından İncelenmesi", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 1-14.
- Yüce, G. (2013). *Kimya öğretmen adaylarının kimyasal reaksiyonlar konusunda zihinsel modellerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yüzbaşıoğlu, M. K. (2015). *Ses konusuyla ilgili öğrenci zihinsel modellerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Zeynelgiller, O. (2006). *İlköğretim ikinci kademe fen bilgisi dersi kimya konularında model kullanımının öğrenci başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Zeytinli-Ünal, M. (2018). *8. Sınıf "Canlılar Ve Enerji İlişkileri" ünitesinin modeller kullanılarak öğretimi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Zorlu, Y. (2016). *Ortaokul fen ve teknoloji dersinde işbirlikli öğrenme modeli ve modellemeye dayalı öğretim yöntemine dayalı etkinliklerin öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki etkileri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.



8. EKLER

Ek1. Alınan İzinler

T.C.
TRABZON VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

14/12/2017

Sayı : 82438636-604.02-E.21471940
Konu : Bilimsel Çalışma İzni
(Fatmagül KILIÇOĞLU)

VALİLİK MAKAMINA

Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi / Kimya Eğitimi lisansüstü öğrencisi Fatmagül KILIÇOĞLU'nun "**Maddenin Tanecikli Yapısı Konusunun Modellerle Öğretiminin Öğrenci Başarısı, Tutumu ve Zihinsel Modelleri Üzerine Etkisi**" isimli çalışması kapsamında ilimiz Beşikdüzü İlçesi Beşikdüzü Merkez Ortaokulu, Beşikdüzü Çeşme Özü Ortaokulu, Beşikdüzü Ahmet Gün İnan Hatip Ortaokulu, Beşikdüzü Şehit Öğretmen Gürhan Yardım Ortaokulu ve Beşikdüzü Akkese Ortaokulunda araştırma yapma isteği Müdürlüğümüz Araştırma İzinleri Değerlendirme Komisyonu tarafından incelenmiştir.

Bahsi geçen çalışmanın eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde; 2017-2018 eğitim öğretim yılında, ilimiz Beşikdüzü İlçesi Beşikdüzü Merkez Ortaokulu, Beşikdüzü Çeşme Özü Ortaokulu, Beşikdüzü Ahmet Gün İnan Hatip Ortaokulu, Beşikdüzü Şehit Öğretmen Gürhan Yardım Ortaokulu ve Beşikdüzü Akkese Ortaokulunda yapılması gerekmektedir.

Araştırmacının 2017/25 sayılı genelge çerçevesinde hareket etmesi, **izinsiz herhangi bir ses ve görüntü kaydı yapılmasına kesinlikle izin verilmemesi**, elde edilen verilerin çalışma kapsamı dışında kullanılmaması ve sonuçların bir örneğinin Ar-Ge birimine teslim edilmesi kaydıyla, çalışmanın okul müdürlerinin de uygun göreceği zamanlarda ve kontrolünde uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

OLUR
14/12/2017
Nusret SAHİN
Vali a.
Vali Yardımcısı

Hızır AKTAS
Millî Eğitim Müdürü

T.C.
TRABZON VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü
14/12/2017
M. KAS
Y. ÇEBEK
F. M. M. M.

Trabzon İl Millî Eğitim Müdürlüğü
Strateji Geliştirme Şubesi (Ar-Ge Birimi)
E-posta : argetr@trabzon.gov.tr
Faks : (0462) 231 41 74
Web Adresi : Trabzon.gov.tr

Bilgi için
Mevut KAS (Şube Müdürü)
Yusuf ÇEBEK (Öğretmen)
Telefon : (0462) 223 55 52-52

Resmî gazete ile yayımlanan ve il idare kurumları ile ilgili kurumların web sayfasında yayımlanan 343F-2/Gen-32aa-9597-6975 sayılı tebliğ hükümlerine göre hazırlanmıştır.

Ek 2. MADDENİN TANECİKLİ YAPISI KONULU BAŞARI TESTİ

Sevgili Öğrenciler,

Aşağıda size verilen sorular "Maddenin Tanecikli Yapısı" ile ilgili bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Vereceğiniz cevaplar sadece bir araştırmada kullanılacak olup, size not vermek amacıyla kullanılmayacaktır. Ayrıca sonuçlar araştırmacı tarafından gizli tutulacaktır.

Adı Soyadı:

1. Atomun yapısı ile ilgili Serra'nın verdiği bilgiler aşağıda yer almaktadır. Bu bilgilerden hangisi ya da hangileri **doğrudur?**

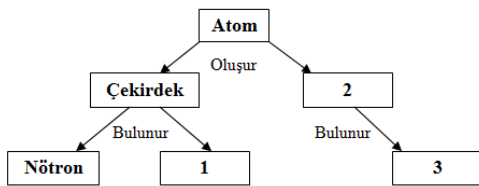
- I. Elektronun kütlesi protonun kütlesinden yaklaşık iki bin kat küçüktür.
- II. Protonlar ile elektronlar arasında bir çekim kuvveti vardır.
- III. Elektronlar katmanlarda çok hızlı hareket eder.

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III

2. Aşağıdaki iki farklı cins atomdan oluşan molekül modelleri hazırlayan Nevin hangi modelin oluşturulmasında hata **yapmıştır?**



3. Aşağıdaki şemada yer alan 1, 2 ve 3 numaralı kutulara yazılması gereken kavramlar hangi seçenekte **doğru verilmiştir?**

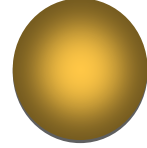
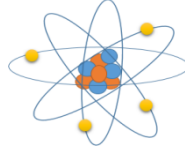
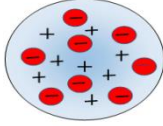


	1	2	3
A)	Katman	Proton	Elektron
A)	Katman	Elektron	Proton
B)	Proton	Katman	Elektron
C)	Elektron	Proton	Katman

4. Sare, aşağıdaki atom modelini yaparak üzerine bazı kısımların isimlerini ve özelliklerini yazıyor. Sare 1,2,3 ve 4 ile numaralandırılmış kısımlara aşağıdaki ifadelerden hangisini yazarsa **kesinlikle** hata yapmış olur?

- A) 1 - Elektron (e): Çekirdeğin etrafında yer alan negatif yüklü parçacıktır.
- B) 2 - Çekirdek: Proton ve elektronların içinde bulunduğu kısımdır.
- C) 3 - Proton (p): Atomun merkezinde yer alan pozitif yüklü parçacıktır.
- D) 4 - Nötron (n): Atomun merkezinde yer alan yüksüz parçacıktır.

5. Geçmişten günümüze kadar ortaya atılan bazı atom modelleriyle ilgili görseller ve isimleri aşağıda yer almaktadır.

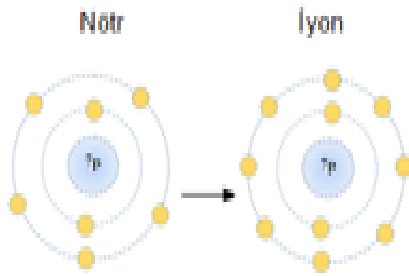


- I."Üzümlü kek atom modeli" II."Güneş sistemi atom modeli" III."Bohr atom modeli"

Verilen bu atom modelleriyle ilgili görseller ve isimlerinden hangisi ya da hangileri **doğru eşleştirilmiştir?**

- A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I, II ve III

6. Aşağıda yer alan nötr bir atomun iyon haline geçişi ile ilgili verilenlerden hangisi **doğrudur?**



- A) 3 elektron vererek katyon haline geçmiştir.
B) 3 elektron alarak anyon haline geçmiştir.
C) 3 elektron alarak katyon haline geçmiştir.
D) 3 elektron vererek anyon haline geçmiştir.

7. Aşağıdakilerden hangisinde atomun kütesini ve hacmini belirleyen atom altı tanecikler **doğru** verilmiştir?

Kütlesini Belirleyen Tanecikler

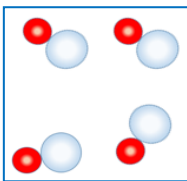
- A) Proton ve nötron
B) Proton ve elektron
C) Nötron
D) Nötron ve elektron

Hacmini Belirleyen Tanecikler

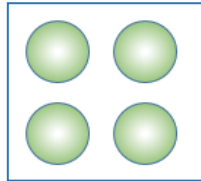
- A) Elektron
B) Nötron
C) Proton ve elektron
D) Proton

8. Fen bilimleri dersinde öğretmen Yağmur'dan molekül modelleri oluşturmasını istemiştir. Yağmur'un hazırladığı aşağıdaki modellerden hangisi **molekül yapılı değildir?**

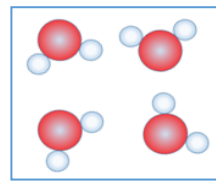
A)



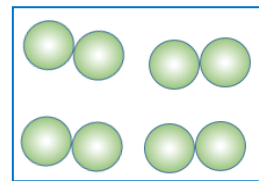
B)



C)



D)



9. Aşağıda geçmişten günümüze bilim insanlarının **atom** kavramı ile ilgili farklı görüşleri verilmiştir.

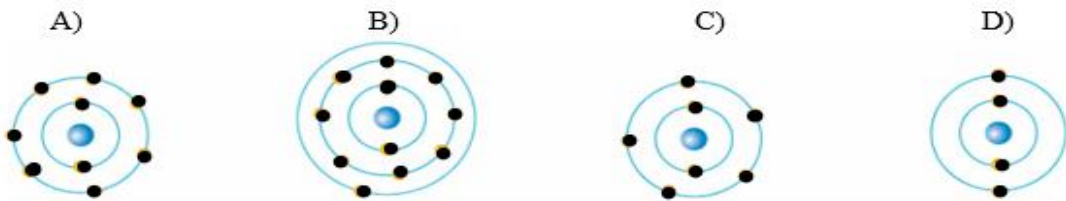
- I. Maddelerin "atom" adı verilen taneciklerden oluştuğunu ilk kez belirtmiştir.
- II. Atomu küre şeklinde ifade etmiştir.
- III. Atomu pozitif yüklerin içerisinde eşit sayıda negatif yükün gömülü olduğu küre şeklinde ifade etmiştir.

Bu görüşleri ileri süren bilim insanları aşağıdakilerin hangisinde **doğru eşleştirilmiştir?**

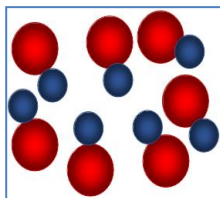
I	II	III
A) Dalton	Demokritus	Rutherford
B) Thomson	Dalton	Demokritus
C) Demokritus	Dalton	Thomson
D) Dalton	Demokritus	Thomson

10. Aşağıda verilen atom modellerinden hangisi ile ilgili bilgi **verilmemiştir?**

- X atomu 2 katmandan oluşmakta ve kararlı yapıya geçmek için 3 elektron alır.
- Y atomu + 2 yüklü iken elektron sayısı 2'dir.
- Z atomu 1 elektron vererek kararlı yapıya geçer.



11. Aşağıdaki modeli verilen yapıyla ilgili olarak verilen ifadelerden hangisi **doğrudur?**



- A) Molekülleri iki farklı cins atomun birleşmesi ile oluşmuştur.
- B) Molekülleri 7 farklı cins atom içerir.
- C) Molekül iki aynı cins atomun birleşmesiyle oluşmuştur.
- D) Molekülü oluşturan atomlar birbirinin aynısıdır.

12. Aşağıdakilerden hangisi Rutherford atom modelinin özelliklerinden **değildir?**

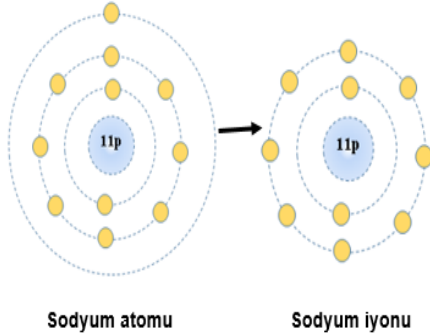
- A) Protonlar çekirdeğin etrafındaki katmanlarda dolanır.
- B) Atomun merkezinde artı yüklerden oluşan bir çekirdek bulunur.
- C) Elektronlar, Güneş'in çevresindeki gezegenler gibi çekirdeğin etrafında dolanır.
- D) Atomun kütleinin büyük bir kısmını çekirdekdeki tanecikler oluşturur

13. Modern atom teorisi hakkında aşağıda verilen bilgilerden hangisi ya da hangileri **doğrudur?**

- I. Elektronlar çok hızlı hareket ettiklerinden dolayı, elektron bulutu şeklinde görünürler.
- II. Elektronların yerleri kesin olarak belirlenemez, bulunma ihtimalinin olduğu yerler bilinebilir.
- III. Atomun merkezinde çekirdekte eksi yükler bulunur.

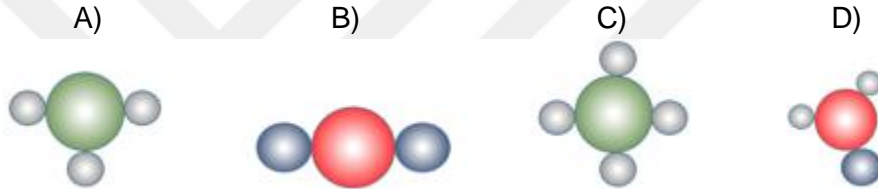
- A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III

14. Yağmur'un fen bilimleri dersi için hazırladığı model aşağıda yer almaktadır. Bu modele göre verilen ifadelerden hangisi **yanlıştır**?



- A) Pozitif yüklü sodyum iyonuna anyon denir.
 B) Nötr haldeki sodyum atomu elektron vererek kararlı hale geçer.
 C) Sodyum atomu 1 elektron verdiğinde + 1 yüklü iyon olur.
 D) Kararlı haldeki sodyum iyonu oktet kuralına uyar

15. Öğretmeni Mehmet'ten üç farklı cins atomdan oluşan bir model hazırlamasını istemiştir. Mehmet'in hazırladığı model aşağıdakilerden **hangisidir**?

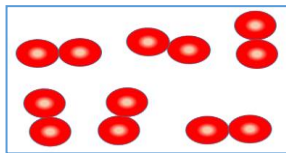


16. Aşağıdaki tabloda nötr atom ve iyonların elektron dizilimleri verilmiştir. Buna göre verilen ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

Taneci k	ELEKTRON DİZİLİMİ		
	1.katma n	2.katma n	3.katma n
X ⁺	2	8	
Y	2	8	7
Z ²⁻	2	8	

- A) Z²⁻ iyonunda toplam 10 elektron bulunur.
 B) Nötr X atomunun 11 elektronu vardır.
 C) X'in proton sayısı 11'dir.
 D) Y kararlı olabilmek için 1 elektron verir.

17. Ahmet'in oksijen gazı moleküllerini göstermek için hazırladığı model aşağıda yer almaktadır. Bu molekül için;



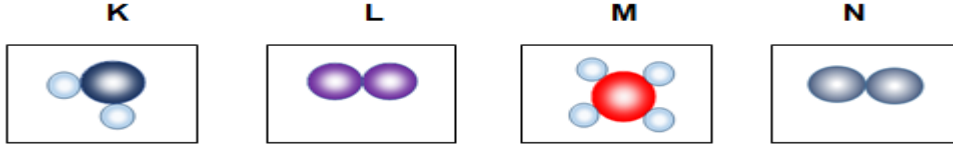
Oksijen gazı

- I. Yapısında 2 farklı cins atom bulunur.
 II. Oksijen atomları bir araya gelerek oksijen molekülünü oluşturur.
 III. Görsele 6 tane molekül yer almaktadır.

Ahmet'in hazırladığı modele göre verilen bilgilerden hangisi ya da hangileri **doğrudur**?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) II ve III D) I, II ve III

18. Bilgehan ve Atahan K, L, M ve N bileşiklerine ait molekül modellerini aşağıdaki gibi hazırlamışlardır.



Bilgehan aynı cins atomlardan oluşan molekülleri, Atahan ise farklı cins atomlardan oluşan molekülleri göstermek istemektedir. Buna göre Bilgehan ve Atahan, **hangi molekülleri** göstermelidir?

Bilgehan

Atahan

- A) K ve L
B) K ve M
C) L ve N
D) M ve N

- M ve N
L ve N
K ve M
K ve L

Adı Soyadı:

	A	B	C	D		A	B	C	D
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ek 3. ZİHİNSEL MODELİN TESPİTİ İÇİN ÇİZİM FORMU

Açıklama: Sevgili öğrenciler, aşağıda yer alan sorular sizin atom kavramı hakkındaki bilgilerinizi tespit etmek içindir. Soruları dikkatli bir şekilde okuyarak gerekli açıklamaları ayrıntılı olarak yazınız.

1. Sizce atomun yapısı nasıldır, çizerek açıkla mısınız?



2. Sizce atomun büyüklüğü ne kadardır. Atomun büyüklüğünü bir şey ile kıyaslayarak nasıl anlatırsınız.

Ek 4. Ders Planları

2017 - 2018 EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI 7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERS PLÂNI

I.BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	14. Hafta (18 – 22 Aralık 2017)
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	3.Ünite: Maddenin Yapısı ve Özellikleri/ Madde ve Değişim	
Konu:	Maddenin Tanecikli Yapısı	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları:	7.3.1.1. Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Atom (çekirdek, katman, proton, nötron, elektron), iyon (katyon, anyon), molekül
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Buluş, Sunuş, Soru Cevap, Rol Yapma, Grup Çalışması, Model oluşturma
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Etkinlikte belirtilen malzemeler ve atom modelleri
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	<i>Etkinlik 1: Madenin Taneciğinin İçinde Neler Var?</i> <i>Etkinlik 2: Atom Modelim</i>
Özet:	<p>Giriş:</p> <p>Çevremizde birçok madde bulunmakta ve bu maddelere baktığımızda farklı renk ve özellikte olduğunu görebiliriz. Çevremizdeki bu maddeler bütünsel bir yapıdan oluşmakta.</p> <p>Şimdi elinize kâğıt parçası almanızı istiyorum. Bütünsel bir yapıya mı sahip?</p> <p>Bu kâğıt parçalarını ikiye bölmenizi istiyorum. Böldüğünüz her parçayı tekrar ikiye bölmenizi istiyorum. Bölmeye devam edebiliyor musunuz?</p>

Acaba bu küçük parçalar sonsuza kadar bölünmeye devam edebilir mi?

Eski dönemlerdeki insanlar da maddenin nelerden oluştuğunu merak etmiş midir?

Maddeyi oluşturan daha küçük yapılar var mıdır?

Eğer bir maddenin içine girip o maddeyi oluşturan en küçük yapıları görebilseydiniz neleri gözlemlerdiniz? Nelerle karşılaştırdınız.

Geçen yıl maddenin yapısı ile ilgili neler öğrenmiştiniz. (Maddenin tanecikli, boşluklu ve hareketli yapıda olduğunu öğrenmişlerdi, sorularla bunları hatırlamaları sağlanır.) Atomun tanecikli yapısıyla ilgili izletilen sunuda altın, gümüş yüzük ve bakır çaydanlığın tanecik modelleri yer almaktadır. Bu modelleri incelediğinizde farklı maddelerin tanecikleri ile ilgili neler söyleyebilirsiniz? Bu modellerdeki küreler maddeyi oluşturan yapılara ait olabilir mi?

Buradaki modeldeki renklerin farklı olması neden olabilir? Renklerin farklı olması maddelerin farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir mi? Bu taneciklerin de iç kısımlarında farklı yapılar olabilir mi?

Soruları öğrenciye yöneltilir ve öğrencinin dikkati konuya çekilir.

Keşfetme:

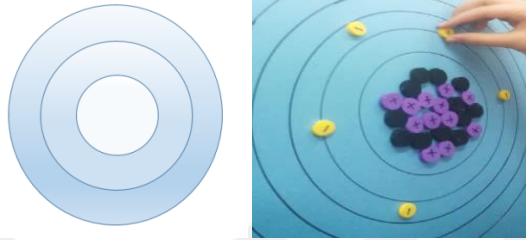
Maddeyi oluşturan tanecikler gibi tanecikleri oluşturan daha küçük parçacıklar var mıdır? Bu parçacıkların özellikleri neler olabilir? Şimdi etkinliklerimizle bu soruların cevaplarını bulmaya çalışalım.

Öğrencilere önceden hazırlanmış olan ve atomun çekirdekdeki proton ve nötronlar ile katmanlarındaki elektronları yerleştirmelerini sağlayan etkinliği yapmaları için yönlendirmeler yapılır. Hazır olan şablonda çekirdek kısmında sadece mıknatıslar vardır ve proton ile nötronun arkasında ise metaller bulunur. Bunun yanında katmanlarda ise halkaların arka kısımlarına elektronlar için metaller yerleştirilmiştir ancak mıknatıs ise sadece elektronun arkasında vardır. Mıknatıslar yerleştirilirken çekirdekdeki mıknatıs ile elektronun arkasındaki mıknatısın aynı kutup olmasına dikkat edilmiştir. Sınıftan öğrenciler seçilir ve seçilen öğrenci elektron, nötron ya da protondan bir tanesini seçer ve bunu istediği kısımda dener. Örneğin nötronu seçmiş olsun ve ilk halkada (katman) bunu denesin hiçbir şekilde tutunamaz ancak çekirdeğe geldiğinde mıknatıs tarafından çekilir. Aynı şekilde proton da çekilir. Ancak elektron ise çekirdek tarafından çekilmez çünkü aynı kutup mıknatıs birbirini iter. Bu sayede öğrencilerin maddenin taneciğinin iç kısmında bazı yapılar var bunlar p (+), e (-) ve n bunları fark eder. Ve bunlardan p ve n' nin sadece en iç kısımda ancak e'nun ise üsteki halkalarda ancak belirli bir düzende yer aldığını fark eder.

Etkinlik 1: Madenin Taneciğinin İçinde Neler Var?

Gerekli Malzemeler:

Öğretmen tarafından hazırlanmış etkileşimli atom modeli şablonu. (İç kısmın arkasında mıknatıslar var. Katmanlarda ilkinde 2, ikinci ve üçüncüsünde ise 8 tane mıknatısla etkileşen metal (demir) var.)



18 tane arkasında metal (demir) bulunan protonlar

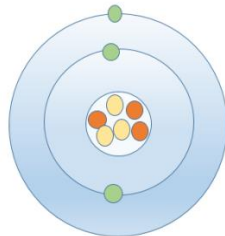
18 tane arkasında metal (demir) bulunan nötronlar

18 tane arkasında çekirdekteki ile aynı kutupları olacak şekilde mıknatıslı elektronlar

Etkinliğin Yapılışı:

Her bir öğrenci kaldırılır ve proton, elektron ve nötronlardan istedikleri kadar ancak hepsinden aynı sayıda alıp yerleştirmeleri istenir. Burada kural olarak halkalara yerleştirirken ilk halkadan başlamaları gerektiği uyarısı yapılır ve de nötron, proton ve elektronun aynı sayıda olmasına dikkat edilir. Bunu model ile bir oyun gibi düşünersek aynı şekilde her öğrenci elektron ve proton ve nötronun yerini öğrenmiş olur. Ayrıca öğrenciler ilk halkada en fazla iki, ikinci ve üçüncü halkada ise en fazla 8 elektronun olabileceğini de keşfederler.

(Ayrıca proton ve nötronun arkasına yerleştirilen demirin mıknatıstan daha ağır olmasına dikkat edilmiştir. Buradan da eline aldığı proton ve nötronun kütesinin fazla elektronun ise çok çok hafif olduğunu keşfetmeleri sağlanır.)



Öğrencinin yerleştirmesi beklenen durumlara bir örnek.

Öğrencilerden burada farklı alternatifleri denemesini ve bu denemelerle kendisinin keşfetmesini beklenir. Örneğin öğrenci protonun katmanlara

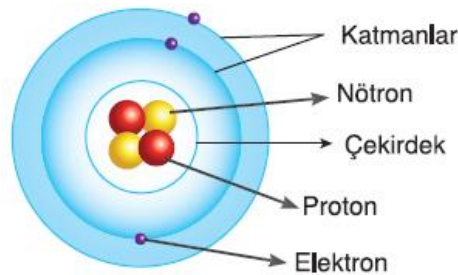
yerleşmediğini, ancak en ortada olduğunu; elektronun ise en ortada değil katmanlarda ve belirli bir düzende olduğunu keşfetmeleri amaçlanmıştır. Proton ve elektronun yükleri de etkinlikte üzerinde yazılı olacak.

Açıklama:

Maddeyi oluşturan taneciklere atom denir. Maddeyi oluşturan tanecikler atomlar oluşuna göre yaptığımız etkinlikte de olduğu gibi atomları da oluşturan daha küçük parçacıklar var mıdır? Atomu da oluşturan daha küçük parçacıklar varsa bu parçacıkların özellikleri neler olabilir?

Öğretmen elmayı bölerek öğrencilere elmanın içinde dış görünüşünden farklı olarak bazı yapıların bulunduğunu ifade eder. Elmanın içinde gördüğümüz yapının ismi nedir? Öğrencilerden elmanın içinde çekirdek bulunduğunu ifade etmeleri beklenir. Atomunda merkezinde yer alan kısma çekirdek denir. Yaptığımız etkinlikte merkezde yani çekirdekte hangi yapılar yer alıyordu? Öğrencilerden (+) yüklü proton ve yüksüz olan nötronun olduğunu ifade etmeleri beklenir. Çekirdeğin etrafında katmanlarda yer aldığı belirtilir. Öğrencilerden katmanlarda bulunan yapının (-) elektron olduğunu ifade etmeleri beklenir. Elektronların katmanlarda ilkinde iki, ikinci ve üçüncü katmanlarda ise en fazla sekiz tane bulunabileceğini öğrencilerin belirtmesi beklenir. Ayrıca etkinlikte olduğu gibi öğrencilerden kütleli oluşturanın nötron ve proton olduğunu elektronun ise kütleli anlamda çok çok az bir miktarı oluşturduğunu ifade etmesi beklenir.

Toparlamak için öğrencilere şu açıklamalar tekrarlanır. Maddeyi oluşturan taneciklere atom denir. Atom iki kısımdan oluşur. Bu kısımlara çekirdek ve katman adı verilir. Öğrencilere çekirdek ve katmanlar aşağıda gösterilen modelde olduğu gibi açıklanır. Çekirdek ve katmanın özellikleri açıklanır.



Çekirdek: Atomun merkezinde yer alır. Çekirdekte proton ve nötron adı verilen parçacıklar bulunur.

Katman: Çekirdeğin çevresinde yer alır. Üzerinde elektron adı verilen parçacık yer alır.

Proton:

- ✓ Atomun çekirdeğinde yer alan pozitif (+) yüklü parçacıktır.
- ✓ "p" harfi ile gösterilir.
- ✓ Kütleli hemen hemen nötron ile aynıdır.
- ✓ Elektronun kütleliinden fazladır

Nötron:

- ✓ Atomun çekirdeğinde yer alan nötr parçacıktır.
- ✓ "n" harfi ile gösterilir.
- ✓ Kütlesi protonun kütlesi ile hemen hemen aynıdır.
- ✓ Kütlesi elektronun kütlesinden fazladır.

Elektron:

- ✓ Çekirdeğin etrafındaki katmanlarda yer alan (-) yüklü parçacıklardır.
- ✓ "e" harfi ile gösterilir.
- ✓ Kütlesi proton ile nötronun kütlesinden azdır.
- ✓ Çekirdeğin etrafında çok hızlı bir şekilde dolandır.

Not: Proton ve nötronların kütlesi, elektronların kütlesinden fazla olduğundan atomun kütlesinin büyük bir kısmını çekirdek oluşturur. Atomun hacminin büyük bir kısmını elektronlar oluşturur. Ayrıca modelimizde elektronları sabit gösterdik ancak elektronların hareket halinde olduğu bunun sadece bir temsili model olduğu belirtilir.

Öğrencilere Eba' da yer alan atomun yapısı ve yapısındaki parçacıklar sunusu izletilir.

Derinleştirme:

Öğrencilere önceden oluşturulmuş üç farklı renkte yer alan daireler dağıtılır. Bunlardan nötron ve protonu temsil edenler birbirine eşit ve ağır. Elektronu temsil edenler ise çok hafiftir. Gruplar halinde öğrencilerden yere çizilmiş katman ve çekirdek üzerinde proton, elektron ve nötronu oluşturacak şekilde modellemeleri istenir. Öğrencilere niçin bu kısımda yer aldığı ve bu parçacığın özellikleri hakkında sorular sorularak öğrencilerin öğrendikleri bilgileri bu yeni duruma transfer etmesi sağlanır.

Daha sonra sünger bir top alınır ikiye kesilir. Topun merkezine çekirdek çizilir. Çekirdeğin iç kısmına renkli kalemlerle proton ve nötronu temsil eden tanecikler çizilir. Çekirdeğin etrafında yer alan katmanlara da elektronu temsil eden tanecik çizimi yapılır. Öğrencilere hangi taneciğin elektron, hangi taneciğin proton, hangi taneciğin ise nötronu temsil edebileceği sorulur. Daha önceki modeller ile arasındaki fark sorulur. Atom taneciğinin aslında dairesel olmadığı küresel bir yapıya sahip olduğu ve elektronların çok hızlı bir şekilde hareket ettiği vurgulanır. Bu modellerin sadece anlamamızı kolaylaştıran modeller olduğu gerçekte atom ve atom altı taneciklerinin renkli olmadığı belirtilir.

Etkinlik 2: Atom Modelim**Gerekli Malzemeler:**

Yapıştırıcı

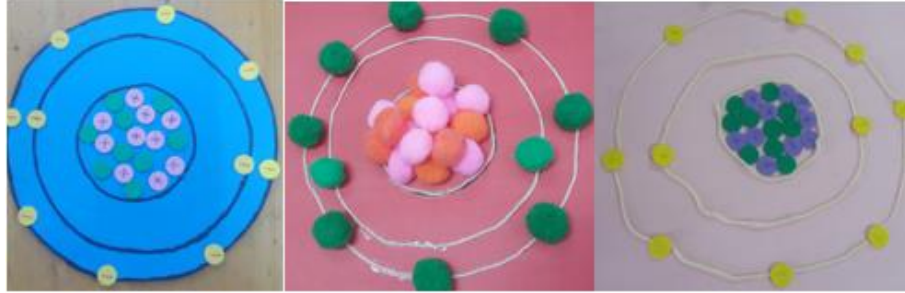
Renkli düğme, Renkli eva, Renkli boncuk vb.

Köpük yada plastik tabak

Renkli kağıt

Etkinliğin Yapılışı:

Öğrencilerden öğrendikleri bilgileri kullanarak kendi atom modelleri oluşturmaları istenir.



Örnekteki gibi modeller yapıp bu modelleri sunup tartışmaları beklenir.

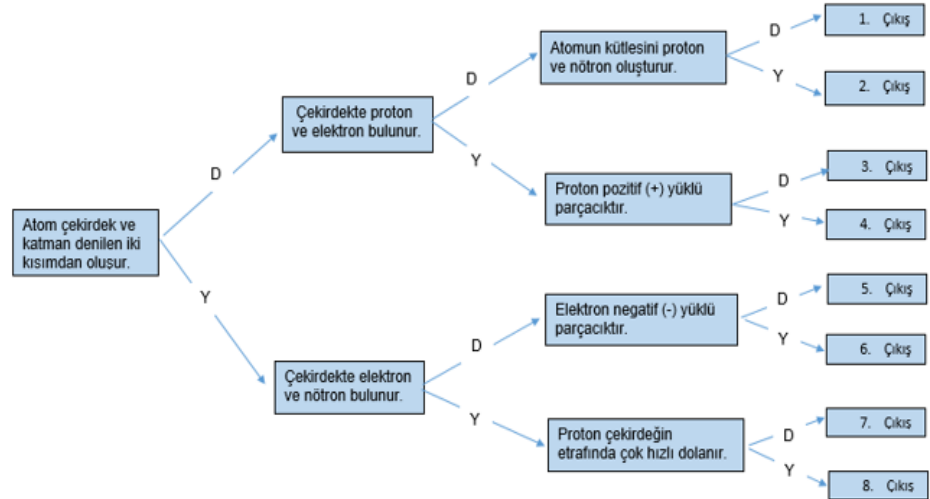
Değerlendirme:

Aşağıda yer alan alternatif ölçme değerlendirme uygulamaları uygulanarak öğrencilerin dersin kazanımlarına ne ölçüde ulaştıkları belirlenmeye çalışılır.

Ekte yer alan dallanmış ağaç, kavram haritası ve özelliklerini işaretleyerek etkinliği bireysel olarak öğrencilere dağıtılıp yapılmaları beklenir.

Doğru mu, Yanlış mı?

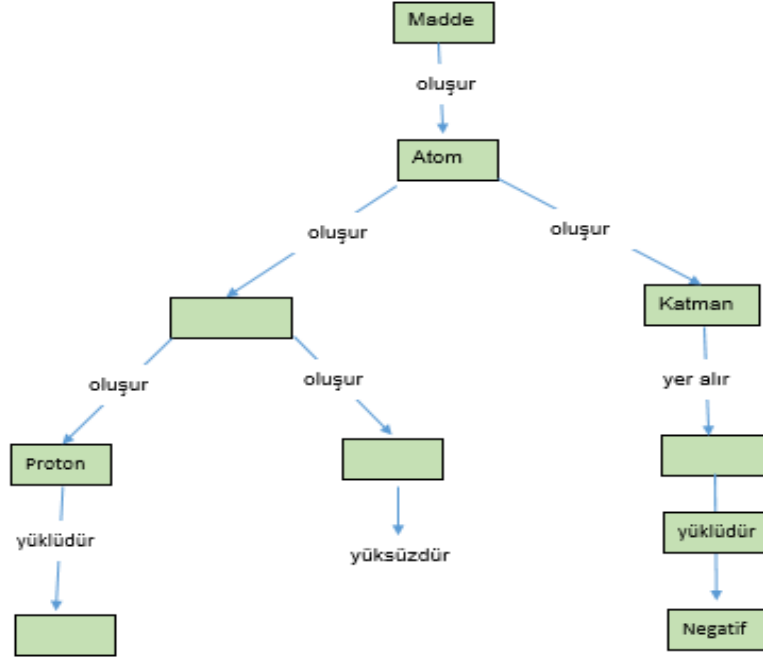
Aşağıdaki numaralandırılmış cümlelerin doğru mu, yanlış mı olduğuna karar veriniz. Doğru olduğunu düşündüğünüz cümlelere "D", yanlış olduğunu düşündüğünüz cümlelere "Y" yolundan devam ediniz.



Kavram Haritasını Tamamlayalım

Aşağıda yer alan kavram haritasında boş bırakılan kısımları verilen kelimelerden uygun olan ifadeler ile tamamlayınız.

Çekirdek Elektron Nötron Pozitif Negatif



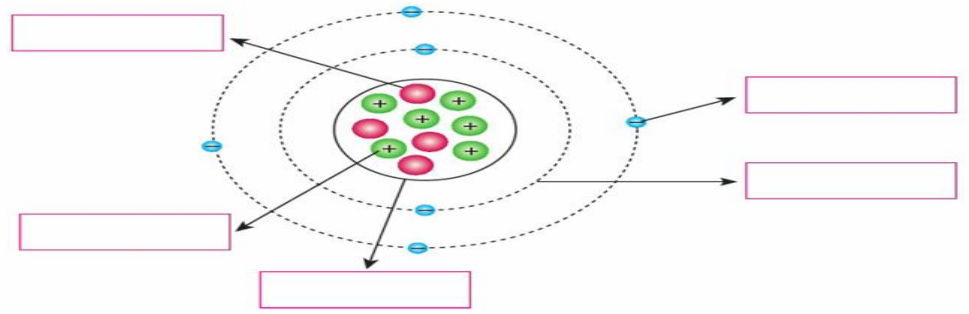
Özelliklerini İşaretle

Aşağıda tabloda verilen özellikleri; proton, nötron ve elektronun özelliklerinden hangisine ya da hangilerine aitse X işareti ile uygun şekilde işaretleyiniz.

	Proton	Elektron	Nötron
Atomun çekirdeğindeki (+) yüklü tanecik.			
Atomun katmanındaki (-) yüklü tanecik.			
Atomun kütleğinde en az katkısı olan.			
Atomun çekirdeğinde bulunur.			
Nötr parçacıktır.			
Atomun hacminin büyük kısmını oluşturur.			

Atomun Yapısı

- Aşağıda yer alan atom modelinde oklarla gösterilen yerlere atomun kısımlarının ve alt parçacıklarının isimlerini yazınız.



2017 - 2018 EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI 7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERS PLÂNI

I.BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	14. Hafta (18 - 22 Aralık 2017)
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	3.Ünite: Maddenin Yapısı ve Özellikleri/ Madde ve Değişim	
Konu:	Madenin Tanecikli Yapısı	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları:	7.3.1.2. Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Atom (çekirdek, katman, proton, nötron, elektron), atom modeli, iyon (katyon, anyon), molekül
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Sunuş, Buluş, Soru Cevap, Model Oluşturma, Grup Çalışması, Tartışma
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Etkinlikte belirtilen malzemeler ve atom modelleri
Yapılacak Etkinlikler:	<p>Etkinlik 1: “Tarihsel Atom Modellerini Keşfediyorum.”</p> <p>Etkinlik 2: Dalton Atom Modeli Yapıyorum</p> <p>Etkinlik 3: Thomson Atom Modeli Yapıyorum</p> <p>Etkinlik 4: Rutherford Atom Modeli Yapıyorum</p> <p>Etkinlik 5: Bohr Atom Modeli Yapıyorum</p> <p>Etkinlik 6: Modern Atom Modeli Yapıyorum</p>
Özet:	<p>Giriş:</p> <p>Bir önceki dersimizde atom ve atomu oluşturan temel parçacıkları hakkında bilgi sahibi olmuştuk. Atom ve atomu oluşturan parçacıklar en gelişmiş araçlarla bile gözlemlenemez. Maddenin atomlardan oluştuğu düşüncesi ve sonrasında oluşturulan atom modeli günümüze kadar geçerliliğini korumuş olabilir mi? Neden? Geçmişten günümüze kadar atomla ilgili farklı görüşler oluşmuş mudur? Atomla ilgili görüşler Nasıl değişime uğramıştır? Teknoloji ve bilimdeki ilerlemelerle birlikte atom hakkındaki</p>

düşüncelerde değişime uğramış mıdır? Atom hiçbir araçla görülemediğine göre bilim insanları farklı atom modelleri oluşturmuş mudur? Soruları öğrencilere sorularak öğrencilerin cevapları alınır.

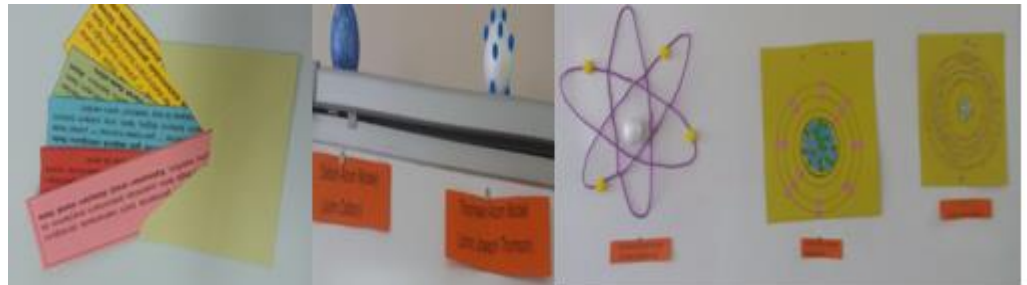
Keşfetme:

Geçmişte insanlar maddelerin nelerden oluştuğunu merak etmişler. Maddelerin ikiye bölünmesinden oluşan parçanın her defasında tekrar ikiye bölündüğünü ve her bir parçanın başlangıçtaki madde ile aynı olduğunu fark etmişler. Democritos, maddelerin sonsuza kadar bölünemeyeceğini belirtmiştir. Democritos, maddenin bölünemeyen bu yapı taşına Yunanca da “atomos” sözcüğünden gelen ve bölünemeyen anlamında olan **atom** adını vermiştir.

Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini bir etkinlik ile anlamaya çalışalım.

Etkinlik 1: “Tarihsel Atom Modellerini Keşfediyorum.”

Öğretmen tarafından Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr ve modern atom modeline uygun olarak atom modelleri hazırlanmıştır. Öncelikle sınıf 5 gruba ayrılır. Her gruba içerisinde de atom modellerinin özellikleri yazan zarf verilir. Hangi atom modeline ait olduğunu içerisinde yazan bilgilerden bulmaya çalışır. Gruplar zarftaki beş ayrı bilgi notunun üzerine düşündükleri atom modelinin Model üzerindeki ismini yazar. Daha sonra tüm gruplara hangi modeli seçtiği ve neden seçtiği sorusu yöneltilir. Gruplar arasında tartışma yapılması sağlanır. Öğrencilerin bilgi notlarını kullanarak modelleri keşfetmesi sağlanır.



Modeller karışık olarak yerleşmiştir. Ayrıca zarfların içindeki atom modelleri tarihi sırasına göre karışık yerleştirilir. Zarfın içindeki bilgi notları aşağıda yer almaktadır. sırasına göre karışık yerleştirilir.

Benim adım

Atom ile ilgili ilk bilimsel çalışmaları yaptım. Tüm maddeler atomlardan meydana geldiğini belirttim. Aynı elementin tüm atomlarının aynı, farklı elementlerin atomlarının birbirinden farklı olduğunu belirttim. **Atom modelime göre atomları içi dolu küreler olarak ifade ettim.**

Benim adım

Yaptığım deneyler sonucunda maddenin en küçük parçasının atom olmadığını, atomu oluşturan daha küçük parçalar olduğunu kanıtladım. **Atomun içinde “+” ve “-” yüklerin bulunduğunu ve bunların tıpkı bir üzümlü kek içerisindeki üzümler gibi dağınık olduğunu ifade ettim.** Atom modelimde üzümler “-” geri kalan kısım “+” yükleri ifade ettim. Aynı cins yüklerin birbirini ittiğini, farklı cins

Benim adım

Elektronların çekirdeğin çevresinde belirli katmanlarda döndüğünü ifade ettim. Çekirdeğe farklı uzaklıktaki elektronların enerjilerinin de farklı olduğunu belirttim. **Katmanları enerji düzeyleri olarak ifade ettim.**

Atom modelime ismi verilir.

Günümüzde kabul edilen atom modeliyim. Atom modelime göre çekirdekte proton ve nötronlar bulunduruyorum. Elektronlar çekirdeğin çevresindedir ancak yeri tam olarak bilinemez. Elektronlar buluta benzer. Atom modelime elektron bulutu modeli de denir.

Benim adım

Yaptığım deneyler sonucunda atomun yapısında büyük boşluklar olduğunu düşündüm. Atomun merkezinde “+” yüklerin bulunduğu bir çekirdek ve çekirdeğin çevresinde de elektronların bulunduğunu ifade ettim. **Elektronları tıpkı Güneş sistemindeki gezegenlerin Güneş etrafında dönmesi gibi çekirdek etrafında döndüğünü ifade ettim.**

Açıklama:

Öğrencilerin yapılan etkinlik üzerinden modellerin özelliklerini belirtmeleri ve tartışmaları sağlanarak her bir model hakkında bilgiler toplanır.

Daha sonra tarih boyunca atom hakkındaki fikirlerde sürekli olarak değişim meydana geldiği belirtilerek. Democritos'un maddenin bölünemeyen en küçük yapı taşına bölünemeyen anlamındaki "atom" adını verdiği belirtilir. Democritos'un olaylar ve olgular üzerinde düşünerek bu sonucu çıkardığı belirtilir.

Sunular ile birlikte öğrencilerin yaptıkları etkinlikten aşağıdaki sonuçları çıkaracak şekilde açıklamalar ve düzeltmeler yapılır.

Democritustan sonra ilk bilimsel deneyleri yapan Dalton olmuştur. Dalton'a göre tüm maddeler atomlardan meydana gelmiştir ve aynı elementin tüm atomları aynı, farklı elementlerin atomları ise birbirinden farklıdır. Dalton atomların parçalanamayacağını ve yeniden oluşturulamayacağını ve atomun kürelerden oluştuğunu ifade etmiştir. Yaptığımız etkinlikte modeller arasından içi dolu küreyi Dalton atom modeli ile eşleştirmiş olanların doğru yaptığı belirtilir.

Thomson yaptığı deneyler sonucunda maddenin en küçük parçasının atom olmadığı ve atomuda oluşturan daha küçük parçaların olduğunu kanıtladı. Thomson'a göre atomun içinde "+" ve "-" yükler bulunuyordu. Üzümlü bir kek kesilerek öğrencilere Thomson atom modeli ile üzümlü kek arasındaki benzerlik ifade edilir.

Bu "+" ve "-" yükler üzümlü bir kekin içindeki üzümler gibi dağınıktı. Thomson atom modelindeki üzümleri "-" geri kalan kısım ise "+" yüke benzetmiştir. Thomson aynı cins yüklerin birbirini ittiği, farklı cins yüklerin birbirini çektiği görüşünü ifade etmiştir. Eksi yüklere "elektron" ismini vermiştir. Daltonun atomun parçalanamayacağı fikri Thomson'un üzümlü kek modeli ile geçerliliğini kaybettiği belirtilir.

Rutherford yaptığı deneylerde atomun yapısında büyük boşluklar olduğunu düşündü ve atomun merkezinde "+" yüklerden oluşan bir çekirdek ve bunun çevresinde elektronların bulunduğunu ifade etmiştir. Rutherford'a göre elektronlar, tıpkı Güneş sistemindeki gezegenlerin Güneş etrafındaki dönmesi gibi çekirdek etrafında dönmektedir. Çekirdek ve elektronlar arasındaki çekim kuvvetinden dolayı elektronların çekirdeğe düşmeden çekirdeğin etrafında dolandığını ifade etmiştir. Modelimizde de tellerin üzerinde elektronların hareket ettiğini gözlemleyebiliriz.

Bohr atom modeline göre elektronlar çekirdeğin çevresinde çekirdeğe belirli uzaklıkta bulunan katmanlarda döner. Çekirdeğe farklı uzaklıkta bulunan elektronların enerjileri de farklılık gösterir. Bu nedenle bu katmanları enerji düzeyi olarak ifade etmiştir.

Günümüzde kabul gören atom modeli elektron bulutu modelidir. Bu modelde çekirdekte proton ve nötronlar bulunur. Elektronlar çekirdeğin etrafında ve yerleri tam olarak bilinemediği için elektronları buluta benzetmişler ve elektron bulutu modeli olarak ifade etmişlerdir.

Zaman içerisinde atom hakkındaki görüşler değişmiştir. Atomun bölünebileceği gerçeği ortaya çıkmasına rağmen atom ismi değiştirilmemiştir. Her model kendi döneminde atomu en iyi şekilde açıklamıştır ancak herhangi bir araç vasıtası ile görülemeyen atom teknolojideki gelişmeler ile daha farklı şekilde açıklamalar getirilmesine neden olmaktadır. Bu da atom modellerinin değişmesine neden olmaktadır.

Derinleştirme:

Demokritos'un bölünemeyen maddeye atom demesi ile başlayan ve zamanla değişen atom modellerinin özellikleri tartışılır. Öğrencilerden atom modellerinin hangi eksikliklerinin daha sonraki atom modellerinin hangi özellikleri yönünden tamamlamış olduğu? Sorularının cevapları aranır.

Öğrencilerden aynı grupta çalışarak atom modelleri yapıyorum etkinliklerini yapmaları beklenir. Öğrencilerin modellerini sunmaları ve diğer grupların yaptıkları modeller hakkında tartışmaları sağlanır.

Etkinlik 2: Dalton Atom Modeli Yapıyorum

Gerekli Malzemeler:

Oyun hamuru

Yapıştırıcı

Dalton Atom Modeli Yapalım

Oyun hamurlarından büyükçe parça koparalım.

Bu parçaya küre şekli verelim.

Oyun hamurunun kurummasını bekleyelim.



(Etkinlikte öğrencilerin yaptığı Dalton Atom Modeli örnekleri)

Yaptığınız modelin içi dolu mu? Arkadaşlarınızın yaptığı model ile sizin yaptığınız model arasında benzerlik ya da farklılık var mıdır? Soruları öğrenciler yöneltirerek atomun içi dolu küreye benzetildiği fark ettirilir.

Etkinlik 3: Thomson Atom Modeli Yapıyorum

Gerekli Malzemeler:

Oyun Hamuru

Küresel köpük top

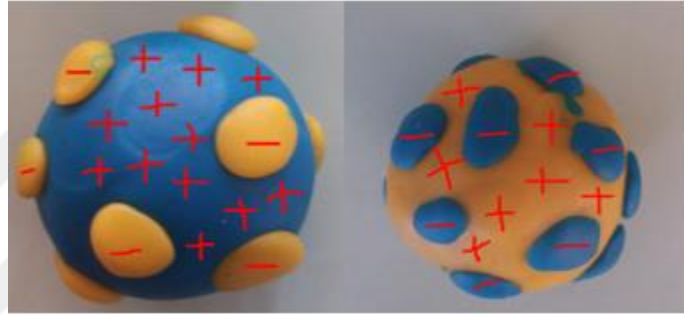
Yapıştırıcı

Renkli karton

Renkli eva

Thomson Atom Modeli Yapalım

İstedığınız malzemeleri kullanarak Thomson Atom Modeli oluşturalım.



(Etkinlikte öğrencilerin yaptığı Thomson Atom Modeli örnekleri)

Oluşturulan modelde “- ” ve “+” yüklerin neyi temsil ettiği tartışılır. Dalton atom modelinden farkı nedir ve hangi eksikliği gidermeye çalışmıştır? Soruları öğrencilere yöneltilir.

Etkinlik 4: Rutherford Atom Modeli Yapıyorum

Gerekli Malzemeler:

Oyun Hamuru

Şönül

Küresel köpük top

Yapıştırıcı

Renkli karton

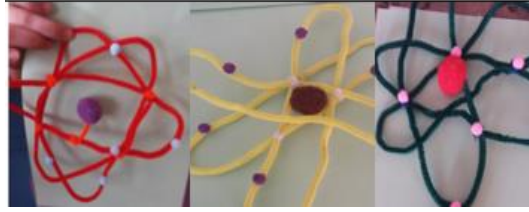
Tel parçası

Eva

İp

Rutherford Atom Modeli Yapalım

İstedığınız malzemeleri kullanarak Rutherford Atom Modeli oluşturalım.



(Etkinlikte öğrencilerin yaptığı Dalton Atom Modeli örnekleri)

Atom modelinizde “çekirdek kısmında ne bulunuyor? Çekirdeğin etrafında dolanan yapı ne olabilir? Dalton atom modeli ve Thomson atom modeline benzerlikleri ya da farklılıkları tartışılır.

Etkinlik 5: Bohr Atom Modeli Yapıyorum

Gerekli Malzemeler:

Oyun Hamuru

Şönil

İp

Küresel köpük top

Yapıştırıcı

Renkli karton

Eva

Köpük

Plastik tabak

Bohr Atom Modeli Yapalım

İstedığınız malzemeleri kullanarak Bohr Atom Modeli oluşturalım.



(Etkinlikte öğrencilerin yaptığı Bohr Atom Modeli örneği)

Atom modelinizde “çekirdek kısmında ne bulunuyor? Çekirdeğin etrafında dolanan yapı ne olabilir? Dalton atom modeli, Thomson atom modeli ve Rutherford atom modeline benzerlikleri ya da farklılıkları tartışılır.

Etkinlik 6: Modern Atom Modeli Yapıyorum

Gerekli Malzemeler:

Oyun Hamuru

Küresel köpük top

Yapıştırıcı

Renkli karton

Eva

Pamuk

Modern Atom Modeli Yapıyorum

İstedığınız malzemeleri kullanarak Modern Atom Modeli oluşturalım.



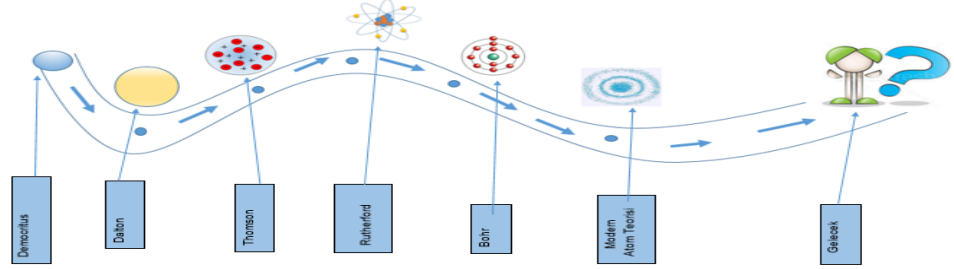
(Etkinlikte öğrencilerin yaptığı Modern Atom Modeli örnekleri)

Atom modelinizde “çekirdek kısmında ne bulunuyor? Çekirdeğin etrafında dolanan yapı ne olabilir? Dalton atom modeli, Thomson atom modeli, Rutherford atom modeli ve Bohr atom modeline benzerlikleri ya da farklılıkları tartışılır. Öğrencilerin gözle ve mikroskop gibi herhangi bir araçla görülemeyen atomun yapısı hakkındaki fikirlerin zamanla nasıl değiştiğini yaptıkları modelleri de gözlemleyerek tartışmaları sağlanır.

Teknoloji ve bilimdeki ilerlemelerle birlikte atom modellerindeki değişimin sürebileceği ifade edilir. Ayrıca öğrencilere aşağıdaki atom hakkındaki fikirlerin tarihsel değişimi etkinliği dağıtılır ve öğrencilerden gelecekte nasıl bir atom fikri olabileceği hakkındaki düşüncelerini yazmaları beklenir (çizimde yapabilirler). Sonrasında düşüncelerini arkadaşları ile tartışmaları sağlanır.

Atomun Hakkındaki Fikirlerin Tarihsel Değişimi

Üst kısımda yer alan görsel öğrencilere sunulur ve öğrencilerden gelecekte nasıl bir atom fikri olabileceği hakkında düşünceleri ve tartışmaları sağlanır.



Değerlendirme:

Aşağıda belirtilen farklı değerlendirmelerle öğrencilerin dersin kazanımına ne ölçüde ulaştığı belirlenmeye çalışılır.

➤ Aşağıda yer alan bilim insanları ile atom hakkındaki görüşlerini eşleştiriniz.

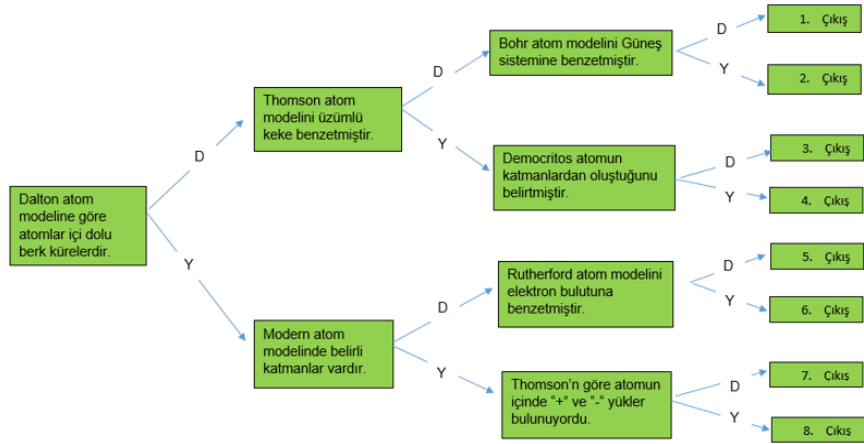
Bilim İnsanı	Atom Hakkındaki Görüşleri
Thomson	Atom ile ilgili ilk bilimsel çalışmaları yapan bilim insanıdır.
Bohr	Atomda çekirdek bulunduğunu belirtmiş ve atom modelini Güneş Sistemine benzetmiştir.
Dalton	Atom modelini üzümlü keke benzetmiş. Üzümlü kekteki üzümlere "-" yük, diğer kısımları da "+" yüke benzetmiştir.
Rutherford	Atomda çekirdek etrafında elektronların dolandığı katmanların olduğunu ifade etmiştir.

- Aşağıda yer alan ifadelerin önüne doğru ise D, Yanlış ise Y yazınız.
- (.....) Atom hakkındaki ilk bilimsel çalışmayı Democritus yapmıştır.
 - (.....) Thomson Atom Modelini üzümlü keke benzetmiştir.
 - (.....) Rutherford Atom Modelini güneş Sistemine benzetmiştir.
 - (.....) Bohr Atom Modelinde elektronlar elektron bulutunda yer alır.
 - (.....) Dalton atomu içi dolu sert küreye benzetmiştir.

- Aşağıda yer alan "Doğru mu, Yanlış mı?" isimli dallanmış ağaç değerlendirmesi yaptırılır.

Doğru mu, Yanlış mı?

Aşağıdaki numaralandırılmış cümlelerin doğru mu, yanlış mı olduğuna karar veriniz. Doğru olduğunu düşündüğünüz cümlelere "D", yanlış olduğunu düşündüğünüz cümlelere "Y" yolundan devam ediniz.



- Hafıza oyununda altta yer alan 10 eşleştirme kartı hazırlanır hepsinin arka bölümünde yandaki atom modelleri yazısı yer alır öğrenciler verilen modeller ile bu eşleştirmeyi yapmaya çalışır.



2017 - 2018 EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI 7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERS PLÂNI

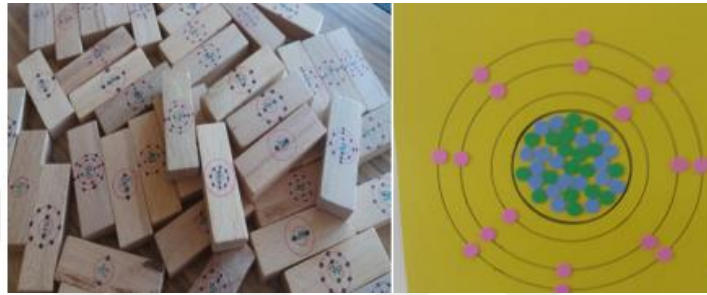
I.BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	15. Hafta (25 - 29 Aralık 2017)
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	3.Ünite: Maddenin Yapısı ve Özellikleri/ Madde ve Değişim	
Konu:	Madenin Tanecikli Yapısı	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları:	7.3.1.3. İyonların nasıl oluştuğunu kavrar, anyon ve katyonlara örnekler verir.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Atom (çekirdek, katman, proton, nötron, elektron), atom modeli, iyon (katyon, anyon), molekül
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Oyun, Sunuş, Buluş
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Etkinlikte belirtilen malzemeler ve atom modelleri
Yapılacak Etkinlikler:	Etkinlik 1: İyonları Keşfediyorum Etkinlik 2: İyon Modeli Oluyorum Etkinlik 3: İyon Modeli Yapıyorum
Giriş:	Bir atomda yer alan temel parçacıkların neler olduğunu daha önceki derslerimizde öğrenmiştik. Atomun çekirdeğinde yer alan parçacıkları hatırlıyor muyuz? Bu parçacıklar yüklü tanecikler mi? Bu tanecikler bir atomdan başka bir atoma geçebilir mi? Katmanlarda yer alan tanecik neydi? Bu tanecik başka bir atom ile alışveriş yapabilir mi? Atomun tanecikleri alışveriş yapsa bu hangi tanecikler arasında olur? Neden? Gibi bazı sorular yöneltilerek öğrencilerin dikkatleri çekilir.
Keşfetme:	Atomlar kararlı bir yapıya sahip olmak isterler mi? Sorusu öğrenciye yöneltilir. Şimdi yapacağımız etkinlikte atomun hangi taneciğinde bir değişim olduğu ve bu değişimi neye göre sağladığını anlamaya çalışalım. Etkinlik 1: “İyonları Keşfediyorum”


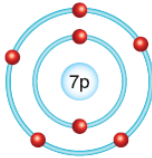
Etkinlik için denge oyunu tahtaları kullanılır. Bu tahtaların üzerine öğretmen tarafından atomların nötr durumda ki elektron dağılımı ile kararlı olabileceği durumdaki elektron dağılımı çizilir her tahtaya bir çizim yapılır. Öğrenciler sıra ile kalkar ve bir tahta çeker çektiği tahtanın üzerindeki çizime bakan öğrenci çektiği tahta üzerindeki proton ve elektron sayısını söyler aynı zamanda bir öğrenci arkadaşının söylediği kadar elektron ve protonu atomun yapısında kullanılan model üzerinde yerleştirir. Sıralarında oturan öğrencilerde kendilerine dağıtılan etkinlik kâğıdı üzerinde elektron ve proton yazan kısma, gösterilen değeri not alır. Ve öğrenciler sırayla denge oyununu oynar ve her defasında belirtilen kadar elektron ve proton not alınır. Bu oyunda sadece yüklü tanecikler ile oyun oynanır(nötron dâhil edilmez).

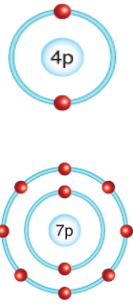


Öğrencilerin elindeki etkinlik kâğıdının bir bölümü;

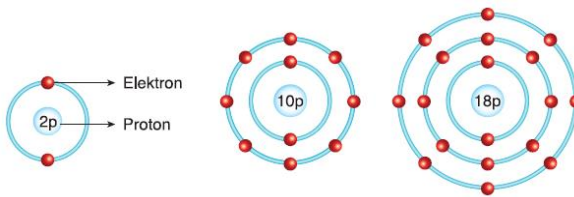
	Görseller	Proton sayısı	Elektron sayısı	Yük fazlalığı var mı? Varsa hangi tanecikten kaç tane?
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Öğrenci her çekilen tahtadaki değere göre proton, elektron değerini ve yük fazlalığı olup olmadığı varsa hangisinden olduğunu bireysel olarak yazar sonra hepsi açılınca öğrencilerden tabloyu incelemeleri istenir aynı zamanda bu tablo etkileşimli

	<p>tahtadan açılmış ve doldurulmuştur. Öğrencilerin atomun kararlı yapıdaki atomlara benzemek için elektron alabileceği ya da verebileceğini kavramaları beklenir ve aynı zamanda elektron eksildiğinde “+” yük fazlalığı oluştuğu, elektron sayısı arttığında ise “-” yük fazlalığı oluştuğunu keşfetmeleri beklenir.</p>
<p>Açıklama:</p>	<p>Öğrencilerin yapılan oyunlaştırılmış etkinlik ile birlikte atomlarda elektron ve proton sayısında değişim olabileceği, ancak bu değişimin sadece elektronda meydana geldiğini fark etmeleri sağlanmıştır.</p> <p>Etkinlik 2: “İyon Modeli Oluyorum”</p> <p>Ardından farklı atomların elektron dağılımının yapıldığı modeller öğrencilere dağıtılır. Ardından bu modellerdeki 2,10 ve 18 protonu olan atomlar model ile gösterilerek bu atomların kararlı atomlar olduğu belirtilir. Daha sonra öğrenciler iyon modeli oluşturmak için görselde yer alan atom modellerini alır. Öğrenci sahip olduğu elektron değerine göre kararlı atomlardan hangisine benzeyebileceğini düşünür, bunu en kolay yoldan yapmak için de az elektrona ihtiyacı varsa ya elektron alır ya da çok fazla elektrona ihtiyacı varsa sahip olduğu elektronları verir. Böylece İyon oluşumu için sökülüp takılabilen elektronları alarak veya vererek yüklü duruma geçer. Son haline bakarak proton ve elektronu kıyaslayarak hangi yükten fazlalığı olduğuna karar verir.</p>  <p>Atomda bulunan taneciklerden proton ve nötron atomun çekirdeğinde yer alır. Bu nedenle atomun çekirdeğinde yer alan proton ve nötronun alış verişi gerçekleşmez. Ancak elektronlar katmanlarda yer alan ve hareketli olan tanecikler olduğundan atom, elektron alışverişi yapabilir.</p>  <p>Üste yer alan Azot atomunda olduğu gibi elektron sayısı proton sayısına eşit olan atomlar “nötr atom” denir.</p> <p>Proton sayısı elektron sayısına eşit olmayan atomlara ise “iyon” adı verilir.</p>



Aşağıda bazı nötr atomların elektron dağılımları verilmiştir. Bunları inceleyelim.



Bu atomlar katmanlarında taşıyabilecekleri kadar elektron bulundurmaktadır. Katmanlarında taşıyabilecekleri kadar elektron bulundurmayan atomlar üsteki atomlara benzeyebilmek için elektron alışverişi yaparak iyonları oluşturur.

Not olarak öğrencilere aşağıdaki bilgi verilir.

Atomların proton sayıları element sembollerinin sol alt tarafına yazılarak gösterilir. İyon yükleri ise element sembollerinin sağ üst köşesine yazılarak gösterilir. ${}^3\text{Li}^+$, ${}^2\text{He}$, ${}^{13}\text{Al}^{3+}$, ${}^8\text{O}^{2-}$, ${}^7\text{N}^{3-}$ gibi. Henüz atom isimlerini öğrenmemiş olsak da bu yazılımı bilelim.

Öğrencilere aşağıda yer alan etkinlik yaptırılır.

Etkinlik 3: "İyon Modeli Yapıyorum"

Gerekli Malzemeler:

Mıknatıslı elektronlar

Elektron katman düzeneği

Mıknatıslı protonlar ve nötronlar

İyon Modeli Yapalım

Elektron katman düzeneğini oluşturalım.

Verilen elementin elektron, proton ve nötronunu ilgili kısma yerleştirelim.

Tabloda yer alan bölüme elektron ve proton sayısı kadar eksi ve artı yükler yerleştirelim.

Derinleştirme:

Son durumda verilen yapının anyon mu? Katyon mu? Nötr mü? Olduğuna karar vererek ilgili bölüme işaretleyelim.



Örnek tablo

	Lityum İyonu	Oksijen İyonu	Helyum
Proton Sayısı	+++	+++++++	++
Elektron Sayısı	--	-----	--
İyon Yükü	1+	2-	Yok
Anyon / Katyon / Nötr	Katyon	Anyon	Nötr

7				
8				

	1. Görsel	2. Görsel
Proton Sayısı		
Elektron Sayısı		
İyon Yükü		
Anyon / Katyon / Nötr		

	3. Görsel	4. Görsel
Proton Sayısı		
Elektron Sayısı		
İyon Yükü		
Anyon / Katyon / Nötr		

	5. Görsel	6. Görsel
Proton Sayısı		
Elektron Sayısı		
İyon Yükü		
Anyon / Katyon / Nötr		

	7. Görsel	8. Görsel
Proton Sayısı		
Elektron Sayısı		
İyon Yükü		
Anyon / Katyon / Nötr		

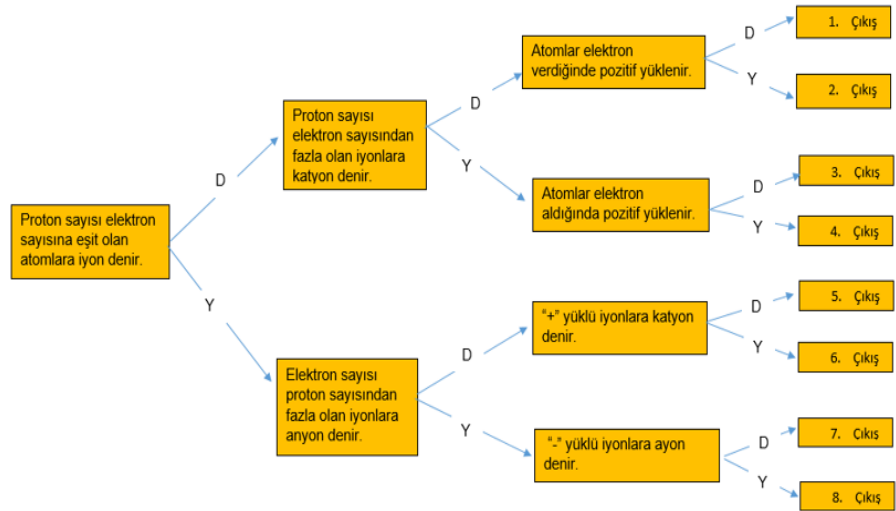
Öğrencilerin bu yeni durumu (anyon, katyon ve nötr durumlar için ifade etmesi) beklenir.

Aşağıda belirtilen farklı değerlendirmelerle öğrencilerin dersin kazanımına ne ölçüde ulaştığı belirlenmeye çalışılır.

- Aşağıda yer alan “Doğru mu, Yanlış mı?” isimli dallanmış ağaç değerlendirmesi yaptırılır.

Doğru mu, Yanlış mı?

Aşağıdaki numaralandırılmış cümlelerin doğru mu, yanlış mı olduğuna karar veriniz. Doğru olduğunu düşündüğünüz cümlelere “D”, yanlış olduğunu düşündüğünüz cümlelere “Y” yolundan devam ediniz.

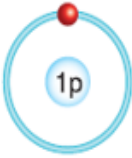
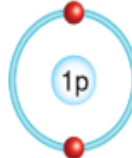
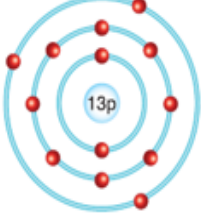
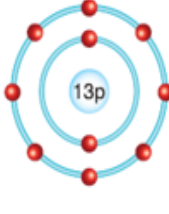
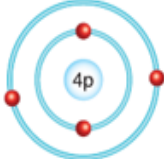
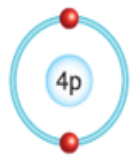
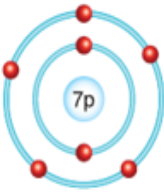
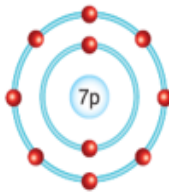


Değerlendirme:

- Öğrencilerden bir kutu içerisinde verilen atom modellerinden birini seçmeleri istenir. Öğrenciden seçtiği atom modelinin üzerinde yazan proton ve elektron sayısını incelemesi ve aşağıda yer alan sepetlerden doğru olana yerleştirmesi beklenir.

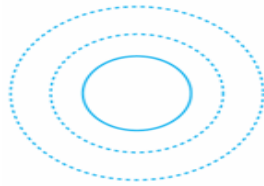


- Aşağıda yer alan etkinlik ile öğrencilerin atomun nötr ve iyon halini bir arada göreberek anyon mu? Katyon mu? Olduğunu bulmalarını beklenir.

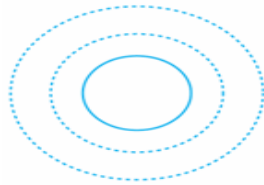
Nötr Haldeki Elektron Dizilimi	Kararlı Haldeki Elektron Dizilimi	Anyon	Kasyon
			
			
			
			

➤ Aşağıdaki tanecikleri verilen atom modeline uygun olarak çizin ve anyon, kasyon veya nötr olup olmama durumlarını alt kısımlarına yazarak belirtiniz.

A) p: 8, e: 8, n:8

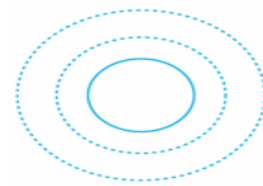


.....
C) p: 9, e: 10, n:9

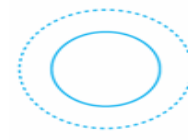


.....

B) p: 7, e: 10, n:7



.....
D) p: 3, e: 2, n:3



.....

2017 - 2018 EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI 7. SINIF FEN BİLİMLERİ DERS PLÂNI

I.BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	17. Hafta (08 - 12 Ocak 2018)
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	3.Ünite: Maddenin Yapısı ve Özellikleri/ Madde ve Değişim	
Konu:	Madenin Tanecikli Yapısı	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	7.3.1.4. Aynı ya da farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını kavrar. 7.3.1.5. Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Atom (çekirdek, katman, proton, nötron, elektron), iyon (katyon, anyon), molekül
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Rol Yapma, Grup Çalışması
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Etkinlik malzemeleri
Yapılacak Etkinlikler:	<p>Etkinlik 1: Molekül Modeli Yapıyorum</p> <p><i>Gerekli Malzemeler:</i></p> <p><i>Farklı renklerde oyun hamuru</i></p> <p><i>Kürdanlar</i></p> <p><i>Oyun hamurlarından farklı renlerde ve büyüklükte parçalar koparalım.</i></p> <p><i>Bu parçalara küre şekli verelim.</i></p> <p><i>Kürdanlar yardımı ile küreleri birbirine ekleyelim.</i></p> <p><i>Küreleri birbirine ekleyerek molekül modelleri oluşturunuz.</i></p> <p><i>Arkadaşlarımızın oluşturduğu molekül modelleri ile kendi molekül modellerinizi karşılaştırınız.</i></p>

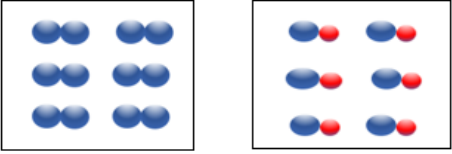
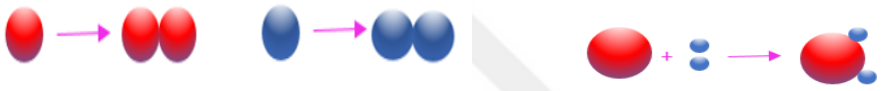
	<p><i>Oluşturduğunuz modelleri etkinlik sayfasının altına molekül modellerim kısmına çiziniz.</i></p> <p><i>Molekül Modellerimi Çiziyorum:</i></p> <p><i>Etkinlik 2: “Moleküller Yapıyorum”</i></p> <p><i>Etkinlik 3: “Kendi Molekül Modelimi Oluşturuyorum”</i></p> <p><i>Etkinlik 4: “Zarfı Açıyorum Molekülü Yapıyorum”</i></p>
<p>Giriş</p>	<p>Bugünkü dersimize bir hikâye ile başlayalım; Atomların Hikâyesi</p> <p>Dünyadaki bütün atomlar bir gün bir araya toplanmışlar ve hangi atomun en önemli, en özel olduğuna karar vermeye çalışmışlar.</p> <p>Atomlardan her biri kendisinin en önemli olduğunu söylemiş ve farklı farklı yönlerini anlatmışlar. Bu şekilde tartışmaya başlamışlar, derken atomlardan biri “Bu kavganın anlamı ne, bu üstünlük çabanız nedir? Siz bilmiyor musunuz ki her birimiz farklı bir görev için varız. Her birimiz farklıyız ve her birimiz kendimize özeli ve değerliyiz. Şimdi el ele tutuşup farklı farklı arkadaşlıklar kuralım demiş. Her birimizin özel olduğu gibi birlikte yeni özelliklere sahip olup değerimize değer katalım demiş.</p> <p>Bu hikâyeye ilgili olarak atomların tek başlarına farklı görevleri var mı? Atomlar hep tek olarak mı bulunur? Atomlar bir araya gelebilir mi? Atomlar bir araya gelirse nasıl bir yapı olur? Gibi sorularla öğrencilerin dikkati çekilir.</p>
<p>Keşfetme</p>	<p>Öğrencilerden aşağıdaki etkinliği aşamalı olarak yapmaları beklenir.</p> <p><i>Etkinlik 1: “Molekül Modeli Yapıyorum”</i></p> <p><i>Gerekli Malzemeler:</i></p> <p><i>Farklı renklerde oyun hamuru</i></p> <p><i>Kürdanlar</i></p> <p><i>Model Yapılışı</i></p> <p><i>Oyun hamurlarından farklı renlerde ve büyüklükte parçalar koparalım.</i></p> <p><i>Bu parçalara küre şekli verelim.</i></p> <p><i>Kürdanlar yardımı ile küreleri birbirine ekleyelim.</i></p> <p><i>Küreleri birbirine eklerken aynı renkli ve aynı büyüklükte olanları, aynı renkli ve farklı büyüklükte olanları, farklı renkli ve farklı büyüklükte olanları kürdan yardımı ile birleştirelim.</i></p>

Arkadaşlarımızın oluşturduğu modeller ile kendi modellerimizi karşılaştıralım.



(Öğrenci uygulamalarından örnekler)

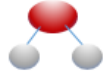



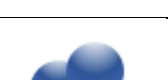




Öğrencilerin yaptığı modelleri birbirlerinin modelleriyle karşılaştırması sağlanır. Öğrencilerin atomların bir araya gelerek yeni yapılar oluşturduğunu (molekül) keşfetmesi sağlanmış olur.

<p>Açıklama</p>	<p>Öğrencilerin yapılan etkinlik üzerinden molekül modellerin özelliklerini belirtmeleri ve tartışmaları sağlanarak molekülün açıklaması yapılır.</p> <p>Molekül</p>  <p>Üstte bazı maddelere ait tanecik modelleri verilmiştir. Modellerde verilen her bir küre bir atomu temsil etmektedir. Bu atom modellerini incelediğimizde her birinin kaç çeşit atomdan oluştuğunu söyleyebiliriz. Bazı atomlar doğada tek olarak değil de kümeler halinde bulunur. İki veya daha fazla atomdan oluşmuş atom kümelerine molekül denir. Moleküller aynı cins atomlardan oluşabileceği gibi farklı cins atomlardan da oluşabilir.</p>  <p>Aynı cins atomdan oluşan moleküller. Farklı cins atomdan oluşan molekül.</p> <p>Molekülü oluşturan atomların; sayıları, cinsleri ve büyüklükleri farklı olabilir. Az sayıda atom içeren moleküller basit yapılı, çok sayıda atom içeren moleküller karmaşık yapılı moleküller olarak isimlendirilir.</p>
<p>Derinleştirme</p>	<p>Öğrencilerden istedikleri malzemeleri kullanarak çeşitli molekül modelleri yapmaları beklenir. Öğrencilerden aşağıda yer alan molekül modelleri yapıyorum etkinliğine göre modellerini yapmaları beklenir.</p> <p>Etkinlik 2: “Moleküller Yapıyorum”</p> <p><i>Gerekli Malzemeler:</i></p> <p><i>Farklı renklerde oyun hamuru</i></p> <p><i>Kürdanlar</i></p> <p><i>Hazır atom seti</i></p> <p><i>Molekül Modeli Yapalım</i></p> <p><i>Oyun hamurlarından farklı renlerde ve büyüklükte parçalar koparalım.</i></p>

Bu parçalara küre şekli verelim.

Kürdanlar yardımı ile küreleri birbirine görseli verilen molekül modellerini oluşturacak şekilde ekleyelim.

Tabloyu dolduralım.

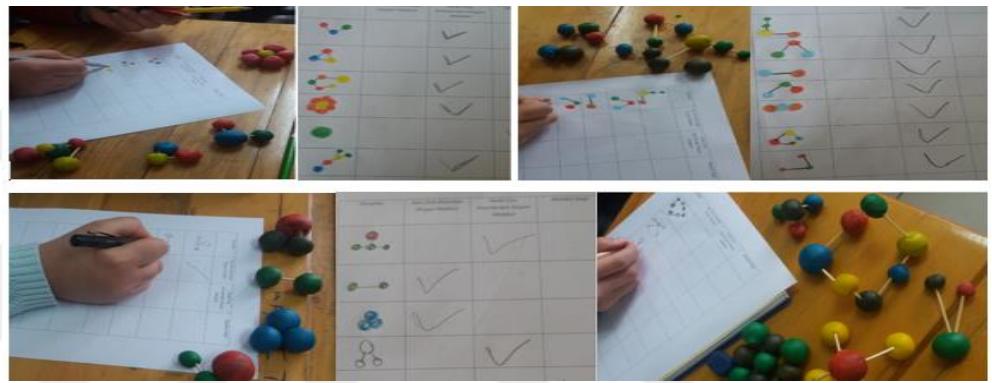
<i>Görseller</i>	<i>Aynı Cins Atomdan Oluşan Molekül</i>	<i>Farklı Cins Atomlardan Oluşan Molekül</i>	<i>Molekül Değil</i>
			
			
			
			
			
			
			
			
			

Öğrencilerin yaptığı modelleri arkadaşlarına sunması beklenir. Ayrıca öğrencilerden burada görselleştirilmemiş ancak kendilerinin tasarlayacağı modeller

oluşturmaları istenir. Kendi tasarladıkları ve oluşturdukları modelleri arkadaşlarına sunmaları ve aşağıda bir bölümü yer alan tabloya çizmeleri beklenir.

Etkinlik 3: "Kendi Molekül Modelimi Oluşturuyorum"

Görseller	Aynı Cins Atomdan Oluşan Molekül	Farklı Cins Atomlardan Oluşan Molekül	Molekül Değil

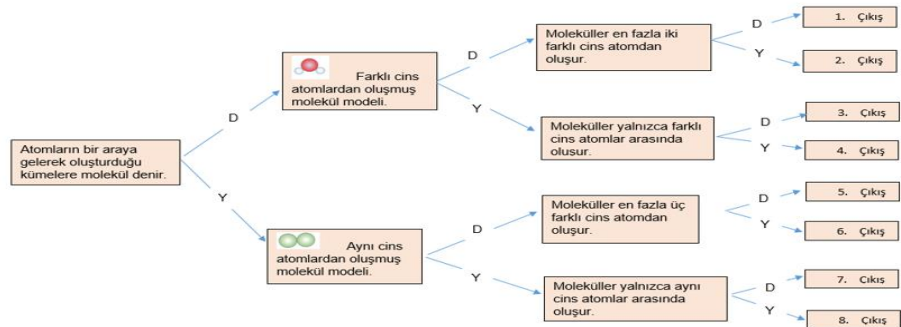


Öğrenci uygulamalarından örnekler

Aşağıda belirtilen farklı değerlendirmelerle öğrencilerin dersin kazanımına ne ölçüde ulaştığı belirlenmeye çalışılır.

Doğru mu, Yanlış mı?

Aşağıdaki numaralandırılmış cümlelerin doğru mu, yanlış mı olduğuna karar veriniz. Doğru olduğunu düşündüğünüz cümlelere "D", yanlış olduğunu düşündüğünüz cümlelere "Y" yolundan devam ediniz.

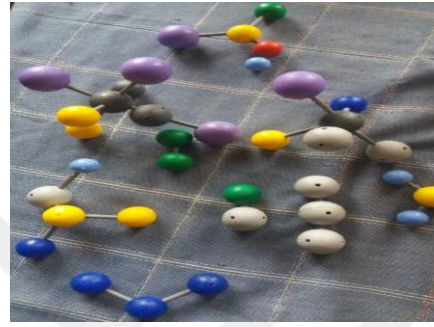


Değerlendirme

Etkinlik 3: "Zarfı Açıyorum Molekülü Yapıyorum"

Daha önceden hazırlanan ve içlerinde; 2 farklı cins atomdan oluşan 2 atomlu molekül, 3 farklı cins atomdan oluşan ve 5 atom içeren molekül, 5 farklı cins atomdan oluşan 7 atom içeren molekül, 4 farklı cins atomdan oluşan 4 atom içeren molekül

.... gibi molekül özelliklerinin yer aldığı zarflar bir kutuya yerleştirilir ve öğrencilerin bir zarf seçerek istenilen nitelikte molekül modeli oluşturması beklenir.



Yapılandırılmış grid

Aşağıda yer alan soruların cevabını görsel numaralarını kullanarak yazınız.

1) 2) 3) 4) 5) 6)



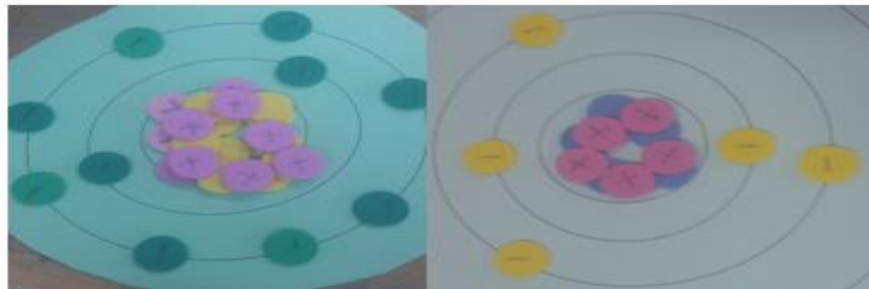
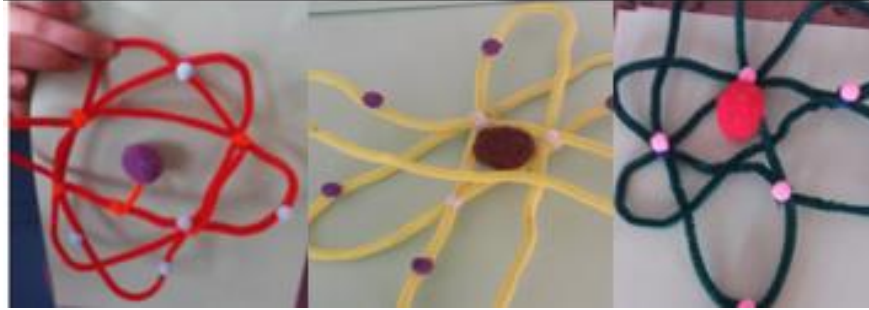
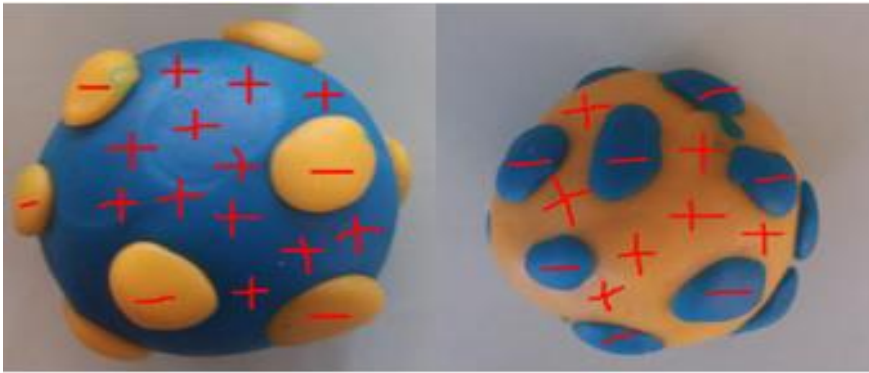
Hangisi ya da hangileri molekül yapılıdır?.....

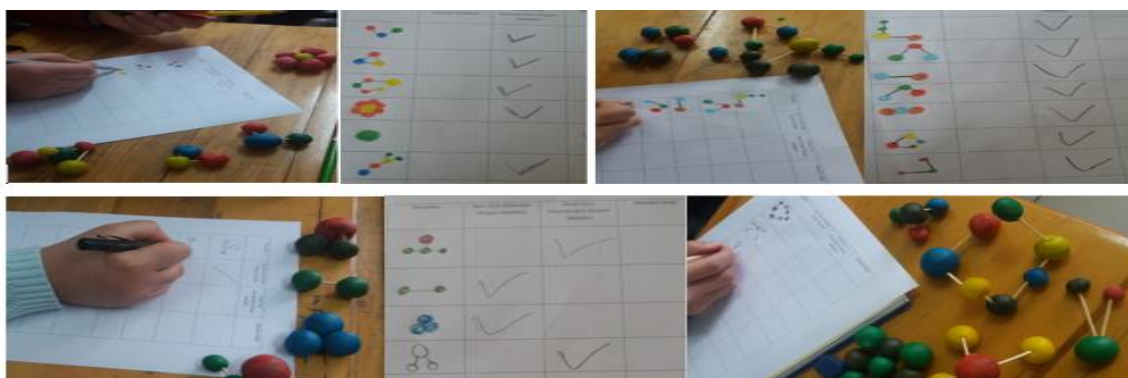
Hangisi ya da hangileri atomik yapıdadır?.....

Hangisi ya da hangileri 2 farklı tür atomdan oluşan moleküldür?.....

Hangisi ya da hangileri 3 atomdan oluşan moleküldür?.....

Ek 5. Öğrenci Uygulamalarından Örnekler





9. ÖZGEÇMİŞ ve İLETİŞİM BİLGİLERİ

03.04.1982 tarihinde Trabzon'un Vakfıkebir ilçesinde doğdu. İlkokulu Beşikdüzü Merkez İlkokulunda, ortaokulu Beşikdüzü Atatürk Ortaokulunda ve liseyi de Beşikdüzü Anadolu Öğretmen Lisesinde tamamladı. Üniversite öğrenimini Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümünde 2004 yılında tamamladı. 2006 yılında Kimya Eğitimi Yüksek Lisans öğrenimini kazandı. 2008 yılında fen bilgisi öğretmeni olarak Trabzon Çarşıbaşı Kadıköy İlköğretim Okuluna atandı. 2008- 2010 yıllarında yüksek lisans eğitimine aktif olarak devam etti. 2010 yılında Trabzon Beşikdüzü Akkese Ortaokulunda tayin oldu, halen bu okulda fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaya devam etmektedir. 2017'de ara verdiği tez çalışmalarına tekrar devam etti. KILIÇOĞLU evli ve 2 çocuk annesidir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adres: Çeşmeönü Mahallesi Liman Üstü Küme Evleri No:1/1 Beşikdüzü/TRABZON

E-posta: alperkilioglu61@hotmail.com

Tel: (0506) 330 2138