

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ**

**İLKÖĞRETİM VE ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN**  
**ATOMUN YAPISI İLE İLGİLİ ZİHİNSEL MODELLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hanife TAYLAN YILDIZ**

**Balıkesir, Ağustos-2006**

T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ

İLKÖĞRETİM VE ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN  
ATOMUN YAPISI İLE İLGİLİ ZİHİNSEL MODELLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hanife TAYLAN YILDIZ

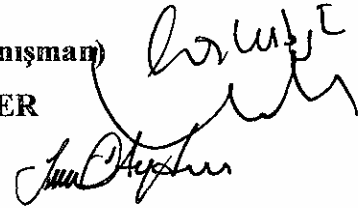
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Canan NAKİBOĞLU

Sınav Tarihi : 29.08.2006

Jüri Üyeleri : 1. Doç. Dr. Canan NAKİBOĞLU (Danışman)

2. Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER

3. Yrd. Doç. Dr. Serap ÖZ AYDIN



Balıkesir, Ağustos-2006

## ÖZET

### İLKÖĞRETİM VE ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN ATOMUN YAPISI İLE İLGİLİ ZİHİNSEL MODELLERİ

**Hanife TAYLAN YILDIZ**  
**Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,**  
**İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği**

**(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı:Doç. Dr. Canan NAKİBOĞLU)**

**Balıkesir, 2006**

Bu çalışmada ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri belirlenerek, aralarında bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla benzeşim modelleri ve atomun tarihsel modellerinin öğrencilerin zihinsel modellerini nasıl etkilediği incelenmiştir.

Üç bölümden oluşan çalışmada, her bir bölümde neler yapıldığı ve ne tür sonuçlar elde edildiği aşağıda sunulmaktadır.

İlk bölümde 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006 eğitim- öğretim yıllarında, Balıkesir ili, Merkez, köy, ilçe ilköğretim ve ortaöğretim okullarına devam eden ilköğretim – ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri belirlenerek; derslerde kullanılan benzeşim modellerine ve atomun tarihsel modellerine göre gruplandırılmıştır. Gruplandırmalar sonucunda benzeşim modellerinin ve tarihsel modellerin öğrencilerin zihinsel modellerini etkilediği sonucuna varılmıştır.

İkinci bölümde; ilköğretim ve ortaöğretim öğrenci gruplarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri birbirleriyle karşılaştırılarak, aralarında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Bu bölümün sonucunda ilköğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri ile Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri birbirine paralel sonuç vermiştir.

Üçüncü bölümde; ilköğretim Fen Bilgisi ders kitapları ile ortaöğretim Kimya ders kitapları incelenerek, kitaplarda yer alan atom modelleri ve modelleme etkinlikleri belirlenmiştir. Sonuçta; ders kitaplarında, farklı birçok atom modeline ve benzeşim modeline yer verildiği, geçerli ve son atom modeli olan Modern atom teorisine uygun şekil yer almadığı belirlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin benzeşimlerden ve atomun tarihsel modellerinden etkilendiği, öğrencilerin zihninde geçerli ve son teori olan Modern Atom Teorisinin yapılanmadığı belirlenmiştir. İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin zihinlerinde atomun yapısı ile ilgili doğru yapılanma olabilmesi için bazı önerilerde bulunulmuştur.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER** : Atom, Model, Benzeşim, Zihinsel Model, İlköğretim, Ortaöğretim.

## **ABSTRACT**

### **PRIMARY AND SECONDARY STUDENTS' MENTAL MODELS CONCERNING ATOMIC STRUCTURE**

**Hanife TAYLAN YILDIZ**  
**Balıkesir University, Institute of Science,**  
**Department of Primary Science Education**

**(M. S Thesis/ Supervisor: Doç. Dr. Canan NAKİBOĞLU)**

**Balıkesir Turkey, 2006**

In this study, the mental models of primary and secondary students, which is concerned with atomic structure, being determined, it has been investigated whether there is relationship among them. With the aim of that, it has been studied how the analogical models and the historical models of atom affect the mental models of the students.

What have done in each section and what kind of conclusions obtained in this study which is structured in three sections have been shown below.

In the first section, the mental models, concerning atomic structure, of the primary and secondary schools in Balıkesir Province and its towns, and villages in the educational years 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006 having been identified, they are grouped as to historical models of atom and the analogical models used in teaching. As a consequence of that grouping, it is concluded that both the analogical models and the historical models have an influence on the mental models of those students.

In the second section, the mental models found out in the first section, which is concerned with atomic structure, primary and secondary student groups being compared with one another it has been investigated, whether there is relationship among them. At the end of that investigation, it is identified that there are some parallels between the mental models of primary students and of secondary students.

In the third section, the science textbooks used at primary schools, and chemistry textbooks available at secondary schools being evaluated, atomic models and modelling placed in those textbooks have been determined. As a result, it has been identified that large number of different atomic models and analogical models are placed in those textbooks but none of them is appropriate for the Modern Atomic Theory, which is the valid and recent atomic model.

At the end of this study, it has been determined that the mental models, concerning atomic structure of the students are affected by the analogical models and the historical models of atom but Modern Atomic Theory, which is the valid and recent one, has not yet been structured in their minds. Some suggestions have been made so that the right structuring concerning atomic structure can be formed in the minds of primary and secondary students.

**Key Words:** Atom, Model, Analogical Model, Mental Model, Primary, Secondary.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER	ii
ABSTRACT, KEY WORDS	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Öğrenme ve Öğrenme Kuramları	1
1.1.1 Davranışçı Kuramlar	2
1.1.2 Duyuşsal Kuramlar	2
1.1.3 Nörofizyolojik Kuramlar	2
1.1.4 Bilişsel Kuramlar	2
1.2 Model	7
1.3 Benzeşim	10
1.4 Zihinsel Model	12
1.5 Model Oluşturma (Modelling)	14
1.6 Atom ve Atom Konusunun Programdaki Yeri	18
1.7 Literatür Taraması	22
1.8 Problem	26
1.9 Amaç	28
1.10 Önem	29
1.11 Sayılılar	30
1.12 Sınırlılıklar	31
2. YÖNTEM	32
2.1 Araştırma Modeli	32
2.2 Evren ve Örneklem	32
2.3 Veri Toplanması	35
2.4 Veri Analizi	35
2.4.1 Öğrencilerin Zihinsel Modellerinin Benzeşim Modellerine Göre Analizi	35
2.4.2 Öğrencilerin Zihinsel Modellerinin Tarihsel Modellere Göre Analizi	38
3. BULGULAR	41
3.1 Öğrencilerin Zihinsel Modelleri	41
3.1.1 İlköğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Benzeşim Modelleri Analizine Ait Bulgular	41

3.1.2 Ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Benzeşim Modelleri Analizine Ait Bulgular	44
3.1.3 İlköğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Atomun Tarihsel Modelleri Analizine Ait Bulgular	48
3.1.4 Ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Atomun Tarihsel Modelleri Analizine Ait Bulgular	51
3.2 İlköğretim ve ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Karşılaştırılmasına Ait Bulgular	54
3.2.1 İlköğretim ve ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Benzeşim Modellerine Göre Karşılaştırılmasına Ait Bulgular	54
3.2.2 İlköğretim ve ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Atomun Tarihsel Modellerine Göre Karşılaştırılmasına Ait Bulgular	57
3.3 Ders Kitaplarının Analizine Ait Bulgular	60
3.3.1 Fen Bilgisi Ders Kitaplarının Analizine Ait Bulgular	60
3.3.2 Kimya Ders Kitaplarının analizine Ait Bulgular	65
3.3.3 Fizik Ders Kitaplarının Analizine Ait Bulgular	68
3.3.4 Biyoloji Ders Kitaplarının Analizine Ait Bulgular	69
4. SONUÇ VE TARTIŞMA	71
4.1 İlköğretim ve ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modelleri	71
4.1.1 Benzeşim Modellerine Göre Sınıflandırılmasına Ait Sonuçlar	71
4.1.2 Atomun Tarihsel Modellerine Göre Sınıflandırılmasına Ait Sonuçlar	74
4.2 İlköğretim ve ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Karşılaştırılmasına Ait Sonuçlar	77
4.3 Ders Kitaplarının Analizine Ait Sonuçlar	79
KAYNAKLAR	82

## ŞEKİL LİSTESİ

<b>Şekil Numarası</b>	<b>Adı</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1	Bilişsel yapılandırmacı öğrenme	5
Şekil 1.2	Model oluşturmanın iskeleti	16
Şekil 2.1	Örneklem grubunun cinsiyete göre dağılımı	33
Şekil 2.2	Atomun yapısı ile ilgili benzeşim modelleri	37
Şekil 2.3	Atomun tarihsel modelleri	39
Şekil 3.1	Öğrencilerin zihinsel modellerine örnekler	43
Şekil 3.2	Öğrencilerin zihinsel modellerine örnekler	47
Şekil 3.3	İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modellerine örnekler	50
Şekil 3.4	Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerine örnekler	53
Şekil 3.5	İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin benzeşim modellerine gruplandırılmasına ait bulgular	55
Şekil 3.6	Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin benzeşim modellerine gruplandırılmasına ait bulgular	55
Şekil 3.7	İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin atomun tarihsel modellerine göre gruplandırılmasına ait bulgular	58
Şekil 3.8	Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin atomun tarihsel modellerine göre gruplandırılmasına ait bulgular	58
Şekil 3.9	İlköğretim 6. sınıf ders kitabında yer alan atom modeli	61
Şekil 3.10	İlköğretim 7. sınıf ders kitabında yer alan atom modelleri	62
Şekil 3.11	İlköğretim 7. sınıf ders kitabı iyon konusunda yer alan atom modelleri	63
Şekil 3.12	İlköğretim 7. Sınıf ders kitabı kapağında yer alan atom Modelleri	64
Şekil 3.13	İlköğretim 8. sınıf ders kitabında yer alan atom modelleri	64
Şekil 3.14	Ortaöğretim 9. sınıf ders kitabında yer alan atom modeller	66
Şekil 3.15	Ortaöğretim 9. sınıf Kimya ders kitabında yer alan s, p ve d orbitalleri	67
Şekil 3.16	Ortaöğretim 10. sınıf ders kitabında yer alan model	68
Şekil 3.17	Ortaöğretim 9. sınıf Fizik kitabında yer alan atom modeli	69
Şekil 3.18	Ortaöğretim 9. sınıf Biyoloji kitabında yer alan atom modeli	70

## TABLO LİSTESİ

<b><u>Tablo</u></b>		
<b><u>Numarası</u></b>	<b><u>Adı</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 2.1	Örneklem grubunda yer alan okullar ve öğrencilerin okullara göre dağılımı	34
Tablo 3.1	İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki zihinsel modellerinin benzeşim modellerine göre sınıflandırılmasına ait bulgular	41
Tablo 3.2	Ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki zihinsel modellerinin benzeşim modellerine göre sınıflandırılmasına ait bulgular	45
Tablo 3.3	İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki zihinsel modellerinin tarihsel modellere göre sınıflandırılmasına ait bulgular	48
Tablo 3.4	Ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki zihinsel modellerinin tarihsel modellere göre sınıflandırılmasına ait bulgular	52



## ÖNSÖZ

Bu çalışma hayatımın önemli bir deneyimi oldu. Çok keyifli ama bir o kadar da yorucu bir deneyim... Ben bu yorgunluğa değdiğini düşünüyorum...

Geçen bu zaman içerisinde, çalışmanın her aşamasında deneyim, bilgi birikimi ve ilgisiyle bana yol gösteren, işini gerçekten severek yaptığını yakından gördüğüm sevgili danışmanım Canan hocam'a,

Çalışma sırasında ihtiyacım olan bilgi ve dokümanları sağlamaktan çekinmeyen, bilime olan inançlarını hep taze tutan sevgili öğretmen arkadaşlarıma,

Çalışmanın en önemli unsuru, temeli olan, geleceğimiz sevgili öğrencilerimize,

En sıkıştığım zamanlarda çevirileriyle imdadıma yetişen, bana karşı her zaman sabırlı, yardımsever ve neşeli abim Özgür'e,

Hayatımın her adımında olduğu gibi , bu çalışmanın yapılmasında da beni destekleyen aileme,

Tanıştığımız ilk günden bu güne gerçek aşk, gerçek sevgi ve gerçek dostluğu bana doyasıya yaşatan, her günümü varlığıyla daha da güzelleştiren ve bu çalışmada başlamak için olduğu gibi bitirmek için de beni yüreklendiren, sonsuza dek seveceğim diğer yarım eşime,

Bilgisayar başındayken kıpırtıları, tekmeleri ve sürpriz-erken gelişinden sonra gülücük ve ağlamaları ile çalışmada bana eşlik eden, aniden içime dolan sevgisiyle hayatıma yeni bir bakış açısı getiren, bu cümleleri yazarken kucağımda minik bedeniyle bana güç ve ilham veren hayatımın anlamı, bebeğim, oğlum Toprak'a çok ama çok teşekkür ediyorum. Hepinizde iyi ki varsınız...

**Balıkesir, 2006**

**Hanife TAYLAN YILDIZ**

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Öğrenme ve Öğrenme Kuramları

Çeşitli psikologlar ve filozoflar tarafından farklı dönemlerde ve farklı şekillerde tanımlanan öğrenme için, çeşitli dönemlerde, geçerli olan öğrenme kuramına göre farklı tanımlar kullanılmıştır. Öğrenmenin bazı tanımları:[1]

- Öğrenme, pekiştirmenin bir sonucu olarak davranış yada potansiyel davranışta sürekli bir değişme meydana gelmesidir. ( Kimble, 1961)
- Bireyin kendisi, başkaları ve çevresiyle etkileşimleri sonucundaki yaşantıların bireyde oluşturduğu şeylerdir. ( Brubaker, 1982)
- Sadece büyüme sürecine atfedilemeyen, insanın eğilimlerinde ve yeterliliklerinde belli bir zaman diliminde oluşan bir değişmedir. (Gagne, 1983)
- Öğrenme vücutta hastalık, yorgunluk yada ilaç etkisiyle meydana gelen geçici değişmelere atfedilemeyecek, yaşantı sonucunda davranış yada potansiyel davranışta meydana gelen nispeten kalıcı izli bir değişmedir. ( Hergenhahn, 1988)

Gürol'a göre (2003) öğrenme *“eski bilgilerimizin yeni deneyim ve yaşantıların ışığında yeniden yorumlanması ve oluşturulmasıdır”*. Öğretme ise, *“öğrenenlere eski deneyim ve yaşantılarını kullanma olanağı yaratabilecek ve karşılıklı etkileşimleri temel alan ortamların hazırlanması sürecidir”* denilebilir. [2]

Öğrenme- öğretme sürecinde öğrenmenin hangi koşullar altında oluşacağını veya oluşmayacağını öğrenme kuramları açıklamaktadır. Özden'e (1999) göre öğrenme kuramları dört ana başlıkta incelenmektedir.[3]

### **1.1.1 Davranışçı Kuramlar:**

Öğrenmenin uyarıcı ile davranış arasında bir bağ kurarak geliştiğini ve pekiştirme yoluyla davranış değiştirmenin gerçekleştiğini kabul ederler. Önemli olan gözlenebilen başlangıcı ve sonu olan dolayısıyla ölçülebilen davranışlardır. [3]

### **1.1.2 Duyuşsal Kuramlar:**

Öğrenmenin doğasından çok sonuçlarıyla ilgilenirler. Sağlıklı benlik ve ahlak (moral) gelişimini vurgular. [3]

### **1.1.3 Nörofizyolojik Kuramlar:**

Öğrenme ve beyin hücreleri arasındaki ilişki incelenmiştir ve öğrenme süreci sonunda, nöronlarda yeni akson iplikçiklerinin oluştuğunu iddia etmektedirler. Öğrenme biyokimyasal bir değişme olarak da açıklanmaktadır. [3]

### **1.1.4 Bilişsel Kuramlar:**

Piaget'e göre bilişsel gelişim kalıtım ve çevrenin etkileşiminin bir sonucudur. Öğrenmeyi şema, uyumsama, özümseme ve dengeleme kavramlarıyla açıklamıştır. [4]

Bilişsel yapılandırmacılara göre bireyin karşılaştığı yeni durumlar zihinsel dengesini bozmakta, bozulan dengeye yeniden ulaşmak için yeni algılanan durumu mevcut şemalarıyla kıyaslamakta, eğer uyum varsa özümsemekte, uyum yoksa şemaları yeni baştan yapılandırarak uyumsamaktadır. [4]

Bilişsel kuramlara göre öğrenme, bireyin çevresinde olup bitenlere bir anlam yüklemesidir. [3]

Davranışçı kuramların da açıkladığı öğrenme konusunda bugün ulaşılan nokta, öğrencinin kendisine aktarılan bilgileri aynen almadığı, aksine kendisine ulaşan bilgiyi süzgeçten geçirip yorumlayarak kendi dünyasında bir anlam yüklemeye çalıştığıdır. (Brooks ve Brooks) [5]

Özden'e göre (1999) Bilişsel kuramların öğretim ilkeleri:[3]

- Yeni öğrenmeler öncekilerin üzerine inşa edilir. Yeni bilgiler, eski bilgileri genişletebilmelidir.
- Öğrenme bir anlam yükleme çabasıdır. Konu derinliğine düşünebilme ve konunun özünü kavrama olanağı verecek şekilde düzenlenmelidir.
- Öğrenme uygulama şansı tanınmalıdır.
- Öğretmen otorite figürü olmamalıdır.
- Öğrenme, öğretmen ve öğrencinin karşılıklı etkileşimi ile gerçekleşir.

Öğrenmenin hangi koşullar altında ve durumlarda oluştuğunu açıklayan öğrenme psikologları, araştırmaları sonucunda öğrenme kuramlarını geliştirirken bu kuramlara bağlı olarak öğrenme – öğretme modelleri ortaya koymuşlardır. Bu modellerden biri Yapısalıcı (Constructivist) Öğrenme Modelidir.

### **Yapısalıcı Öğrenme Modeli**

Yapısalcılık başlangıçta öğrenenlerin bilgiyi nasıl öğrendiklerine ilişkin bir kuram olarak gelişmiş ve zaman içinde öğrenenlerin bilgiyi nasıl yapılandırdıklarına ilişkin bir yaklaşım haline dönüşmüştür.

Bu model öğrencilerin daha önceki deneyimlerinden ve ön bilgilerinden yararlanarak yeni karşılaştıkları durumlara anlam verebileceklerini savunmaktadır. Ausubel'e göre öğrenciler işitme, koku, görme ve dokunma gibi duyu organları

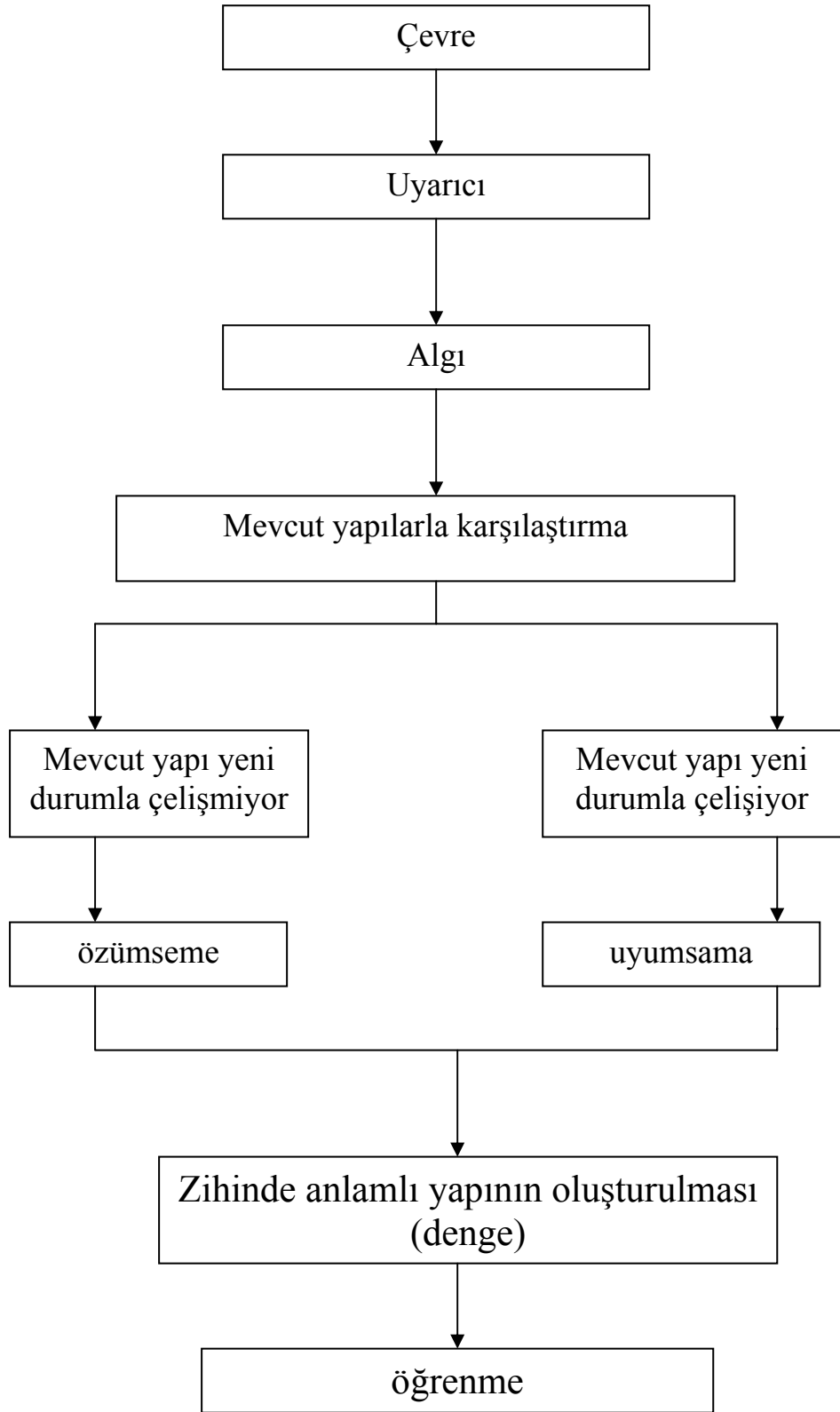
yardımıyla aktif bir şekilde algıladıkları bilgiyi ancak yapılandırırılar veya bütünleştirirler. Bilginin bireyler tarafından eşyalar ve objeler üzerine yapılan aksiyonlar sonucunda içeriden yapılandırıldığını, dışarıdan hazır verilemeyeceğini Piaget de ifade etmektedir. [6]

Öğrencilerin okuldaki eğitim-öğretim ortamında kazandıkları bilgiler, onların eğitim-öğretim ortamına gelmeden sahip oldukları ön bilgilere ve eğitim-öğretim ortamının onlara sağladıklarına bağlıdır. Bu görüşe göre, anlama kabiliyetinin gelişmesi uygun öğrenme deneyimlerinin sağlanmasına bağlıdır. [6]

Piaget'e göre yapılandırmacı öğrenme; çevreden gelen uyarıcılar algılandıktan sonra mevcut yapılarla karşılaştırılmakta, eğer mevcut yapılarla çelişiyorsa değişiklik yapılarak uyumsama, eğer mevcut yapılarla çelişmiyorsa özümseme ile zihinde denge durumuna ulaşılmaktadır. Zihinde denge durumunda anlamlı yapıların oluşturulması ile öğrenme oluşmaktadır. Piaget'e göre yapılandırmacı öğrenme şemalaştırılarak Şekil 1.1 de verilmiştir. [4]

Özden'e (1999) göre Yapısalcı öğrenme modeli, öğrencinin kendisine ulaşan bilgileri başlıca dört süzgeçten geçirdiğini kabul eder. [3]

- Bireyin o konudaki ön bilgileri
- Öğretmen ve öğrenci tarafından ortaklaşa bilinen ödül, ceza ve karşılıklı beklentiler
- Öğrencinin öğrenmeye yaklaşımı
- Kültürel yargı ve diğerleri ile beraber öğrencinin içinde bulunduğu sosyal çevre.



Şekil 1.1: Bilişsel Yapılandırmacı Öğrenme[4]

Son yıllarda popüler hale gelen yapısalıcı öğrenme modeline göre sınıf içinde anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesi konusu birçok eğitim bilimci tarafından ele alınmaktadır. Teorinin sınıf ortamında uygulanmasına yönelik birçok çalışmaya rastlanmaktadır.

Geleneksel yaklaşımlarla, yapısalıcı yaklaşımların öğrenci başarısına etkisinin kıyaslandığı çalışmalarda genellikle yapısalıcı öğrenme modelinin uygulandığı sınıfta öğrenci başarılarının daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Bu konuyla ilgili verilebilecek bir örnek Bülbül'ün (2001) "Yapısalıcı öğrenme modelinin Çekirdek Kimyası öğretiminde uygulanması" adlı çalışmasıdır. Bu çalışmada 11. sınıf öğrencilerinden seçilen deney ve kontrol gruplarına geleneksel yöntemlerle ve yapısalıcı öğrenme modeline uygun yöntemlerle çekirdek kimyası ünitesi anlatılmıştır. İncelenen sonuçlarda yapısalıcı öğrenme modeli ile ders gören öğrencilerin başarılarının geleneksel yöntemlerle ders gören öğrencilere göre daha fazla arttığı gözlenmiştir. [1]

2005-2006 eğitim öğretim yılına kadar Türkiye de davranışçı kuram doğrultusunda bir eğitim politikası izlenmekte idi. Ancak bu eğitim öğretim yılında ilköğretim birinci kademesi olan ilk 5 sınıf da yapısalıcı öğrenme modelleri doğrultusunda bir politika değişikliğine gidilmiştir. 2005-2006 öğretim yılından itibaren kademeli olarak tüm ilköğretimde program ve anlayış değişikliğine gidilecektir.

Yeni kabul edilen yaklaşımlarda öğrenmenin bu şekilde yapılandığı vurgulanırken sınıf içindeki öğrenme öğretme sürecinde ilköğretim ve ortaöğretim Fen Bilgisi derslerinde soyut kavram ve olayların daha iyi öğrenilmesi için birçok model ve benzeşim kullanılmaktadır. Örneğin Biyoloji derslerinde anatomi modelleri, DNA modeli ve dolaşım sistemi modeli vb. kullanılmaktadır. Fizik derslerinde manyetik alan çizgilerini gösteren model, çukruk modeli vb. kullanılmaktadır. Kimya derslerinde molekül modelleri, atom modelleri kullanılmaktadır. Bu noktada bilginin zihinde yapılanmasını etkileyen bu benzeşim

ve modellerin ne olduğu sorusu ortaya çıkmaktadır. Fen derslerinde modellerin kullanılma sebepleri ve kullanımı sırasında ortaya çıkan sorunlar önemlidir.

## 1.2 Model

Harrison (2001) 'un makalesinde bir biyoloji kitabından aldığı tanımında: “*Bir model, nesne veya süreçlerin gösterimini veya resminin basitleştirilmiştir. Modeller bir nesnenin yapısının nasıl olduğunu veya bir sürecin nasıl meydana geldiğini anlamada bize yardım edebilir. Bir model yine de gerçek bir şey değildir ve değişebileceği kabul edilir*” der. [8]

Bir model, nesne ve olayların taklididir. Öğrenme ortamında konunun rahat kavranması için ve kavrananların test edilmesi için kullanılabilir. Harrison (2001) modellerin öğrenme ortamında kullanılma sebeplerini şu şekilde sıralar: [8]

**Kolaylaştırma:** Karmaşık soyut kavramları, nesne ve süreçleri gözünde canlandırma fırsatı sunduğu için, anlaşılması güç soyut konularda daha kolay algılama sağlar. Somutlaştırılan konular, öğrencinin zihninde daha çabuk yerini alır. Konu öğrencilerin gözünde kolaylaştığı için öğrenme zamanı kısalmır, uygulama ve alıştırmaya daha çok zaman bırakır.

**Abartma:** Modeller konu veya sürecin temel özelliklerini abartarak fikirlerin kilit görüşlerine dikkat çeker. Özellikle de model gereksiz detay ve çizimlerden arındığı zaman öğrenme de çok daha etkili olur. Ancak bu detaylardan arındırma ve bazı yönlerini vurgulama tehlikeli olabilir. Modelini yapmak istediğimiz, gerçek nesne veya süreçten uzaklaşırsa yanlış kavramalara da götürebilir.

**Tanıdıklık:** Modeller, animasyonlar ve simülasyonlar sayesinde basit nesnelere dizilerek gelir. Günlük hayatımızdan tanıdık nesnelere oluşturulan modeller öğrencilerin kavramalarını daha da kolaylaştırmaktadır.



**Ulaşılabilirlik** : Öğrencilerin modellere istedikleri zaman ulaşabilmesi tekrar yapmada veya bireysel çalışmada bir başka kolaylık sağlamaktadır.

Bilimde elde edilen sonuçlar belirli açıklamaları içermektedir. Hem bilimde hem de bilim eğitimi de “uygun” bir açıklama, bir soru sorulduğunda, soranın ihtiyaçlarını yeterli şekilde karşılayıp, sonraki soruyu sormayı engellemek yerine kolaylaştırıp yön vermelidir. Bu açıklamalar doğal dünyanın modellemelerini içerir. Gilbert ve Boulter (1998) modellerin bilimin açıklamalarında anahtar roller oynadığını belirtmiştir. Bu roller: [9]

- Modeller açıklamanın her tipi için ( kasıtlı açıklama, tanımlayıcı açıklama, yorumlayıcı açıklama, nedensel açıklama, tahminsel açıklama) temel sağlar.
- Modeller herhangi bir açıklamanın uygunluğunu arttırabilir. Üstelik verimli, geliştirilebilir, makul ve cimri (az görüşe başvurularak yapılan açıklamalar) açıklamalar üretmeyi destekler.
- Modellerin ilavesiyle açıklamalar ölçülebilme imkanı sağlar.

Tüm bunların yanında modeller, genelde orijinalden daha az hafıza kapasitesi kullanımını gerektirdiğinden kullanışlıdır. Modeller bilim adamları, program hazırlayıcıları, fen öğretmenleri ve öğrencileri tarafından açıklamalarda kullanılır. Bilim adamları için yayımlarında kullandıkları modeller, başarılarının ulaşılabilir ve basitleştirilmiş bir özetini sunar. [9]

Model gerçek değildir ve gerçeği de resmetmez. Fikirlerin gelişimi ve bilgiyi bir üst basamağa transfer edebilmek için yol göstericidir. Örneğin İlköğretim Fen Bilgisi derslerinde kullanılan insan vücudu modeli, bir insan organlarıyla aynı boyut ve yapıda değildir. Ancak organların anatomisini kolay kavrama yanında, organların fizyolojisi ile ilgili fikir sahibi olmamızı sağlar.

Harrison ve Treagust (1996) “Ortaöğretim öğrencilerinin atom ve molekül zihinsel modelleri: Kimya öğretiminin içeriği” adlı makalesinde modelleri aşağıdaki şekilde kategorize etmiştir. [10]

- **Benzeşim modelleri:** Açıklaması güç olan şeyleri, soyut kavram ve süreçleri açıklamak için, nitelikleri somut yapıda göstermek hedeflenmiştir. Oran veya büyüklükler birebir benzememektedir. Örneğin kimyada kullanılan top ve çubuklarla yapılan molekül modelleri, atom modelleri, biyolojide kullanılan insan vücudu modeli, kalp modeli gibi...
- **Ölçekli modeller:** Nesne modellerinin dış oranlarına sadık kalınarak benzerken, modellerin iç oranları çok az yada hiç benzememektedir. Reklam amacıyla hazırlanmış bir arabanın ölçek modeli bu tip modele örnek olarak verilebilir.
- **Matematiksel modeller:** Fiziksel özellikler, fiziksel değişim ve gelişimler, denklemlerle gösterilebilen matematiksel fonksiyonlardan oluşmuştur. Örneğin reaksiyon entalpisi
- **Kimyasal formüller :** Gerçekleşen kimyasal süreçlerin denklem ve formüllerle ifade edildiği modellerdir.
- **Kuramsal modeller:** Bazı soyut ve maddesel olmayan olayların gösterilmesinde kullanılır. Manyetik alan çizgileri gibi...
- **Harita ve diyagramlar:** Örnek veya kısa yolu gösterir. Örneğin hava haritaları, elektriksel devre diyagramları, kan dolaşımı gibi...

Gilbert ve Boulter(1998) in modellerin açıklamalardaki yerini inceledikleri çalışmalarında modellerin bir yada daha fazla açıklayıcı şekilde ifade edilebileceğini belirtmişlerdir ve modelleri şu şekilde kategorize etmişlerdir:[9]

- **Maddesel Modeller:** Bir fiziksel objenin kullanıldığı modellerdir.
- **Görsel Modeller:** Bir diyagramın kullanıldığı modellerdir.
- **Sözselsel Modeller:** Sözlü açıklamaların yapıldığı modellerdir.

- **Simgesel Modeller:** Matematiksel simgelerle ifade edilen modellerdir.

### 1.3 Benzeşim

Gürdal ve arkadaşlarına (2001) göre benzeşim, yabancılık çekilen bir olgunun bize tanıdık gelen bir olguya benzetilerek açıklanmasıdır. [11] Örneğin atomun yapısı açıklanırken güneş sistemi, elektron bulutu, elektron kabuğu gibi benzeşimler öğrencilerin seviyesine inmek amacıyla kullanılmaktadır. Karmaşık fikirleri basit terimlerle açıklamak günlük yaşantımızda da yaygındır. Soyut kavram nesne ve süreçlerin anlaşılabilmesi için anlatan kişiye çabuk ve kolay bir çözüm sunmaktadır.

Harrison (2001) benzeşim ve modeller için “benzeşim ve modeller popülerdir, çünkü öğrencilerin nesne ve süreçleri gözünde canlandırmasına yardımcı olur” demektedir. [8]

Hesse(1966) belli bir kaynak ve hedef arasında benzeşen yapısal ilişki ve varlıklar açısından benzeşimi üç bölüme ayırmıştır. [9]

- **Pozitif Benzeşim:** Kaynak ile hedef arasında bazı yararlı benzerliklerin olduğu benzeşim çeşididir.
- **Negatif Benzeşim:** Kaynak ile hedef arasında yararlı benzerliklerin bulunmadığı benzeşim şeklidir.
- **Nötral Benzeşim:** Genel kıyaslama yapıldığında kaynakla benzerliği üzerine açık bir karara varılmayan benzeşim şeklidir.

Benzeşimler tanımlayıcı ve açıklayıcı özelliklerine rağmen, kullanımlarında sakıncalara neden olabilmektedir. Anlam, dinleyenler tarafından aynen kabul edilebilir. [8] Birçok öğrencinin, öğretmenin mecaz ve benzeşimlerini amaçlanan usulde yorumlayamadığı görülür. Öğrenciler, hedefe benzeşen özellikleri transfer etmektense, kelimesi kelimesine aynı anlamı çıkarabilmektedirler. [10]

Bu konuyla ilgili diğer bir örnek Nakiboğlu ve arkadaşlarının (2002) “Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri” adlı çalışmasında belirlenmiştir. Çalışmada bir öğrenci, “elektronlar çekirdeğin etrafında bir gaz bulutu halinde bulunurlar” ifadesini kullanmıştır. Buradan da görüldüğü gibi benzeşim, anlama da kolaylık sağlama yanında bilgi, aynen kabul edilmiş elektronların gerçek bir bulut görüntüsünde olduğu düşünölmüştür. [12]

Birçok mecazi terimlerin günlük farklı anlamları vardır. Benzeşenden hedefe hangi özelliklerinin transfer edileceği ve hangi özelliklerinin transfer edilmeyeceği öğretmenler tarafından vurgulanmalıdır. [10] Kullanılan terimlerin alternatif kavramlara neden olabileceği ortaya konulmalıdır.

Gelişigüzel göz gezdirildiğinde bile birçok ders kitabı ve bilim kitaplarında benzeşim ve modellerin var olduğu gözlenir. Ancak hiçbir kitapta modellerin, benzeşimlerin ve benzeşim modellerinin tanıtımı yer almamaktadır [10]. Modellerin sınırlılıkları ve faaliyet alanından da söz edilmemektedir.

Bölüm 1.1 de vurgulandığı gibi Öğrenme, bireyin sosyal çevresi, önceki bilgileri ve öğrencinin öğrenmeye yaklaşımının etkisiyle zihinde şemalarla kaydedilerek yapılanmaktadır. Her öğrenci sınıf içine bomboş öğrenmeye hazır biri olarak değil de , sınıfa gelene kadar ki yaşantı ve tecrübelerini biriktirmiş deneyimli biri olarak gelmektedir. Bu yüzden öğrenciler sınıftaki öğrenmelerinde eski yaşantılarını da devreye sokarlar. O güne kadar günlük yaşamda biriktirdikleri bilgileri, şemaları öğrenme sırasında duydukları, gördükleri ile etkileşime sokarak zihinlerinde bilgiyi yapılandırırılar. Her bireyin kendine has yaşantısı, kendine has deneyimleri olduğu için yapılandırılan bu bilgiler kişiden kişiye farklılık gösterebilir. Buna göre benzeşim ve modeller öğrencilerin zihninde nasıl yapılanmaktadır? Bu soru, zihinsel modellerin ne olduğu sorusunu ortaya çıkarır.

#### 1.4. Zihinsel Model

Vosniodau (1994), zihinsel modelleri, kavramlara öğrencilerin kendi yorumları olarak adlandırılmıştır. Norman (1983), zihinsel modellerin hedef sistemle karşılıklı iletişimde olması sayesinde fikir ve nesnelerin doğal tanımlaması olduğunu vurgulamıştır. Zihinsel modeller doğruluğa ihtiyaç duymazlar ancak işlevseldirler. [10]

Zihinsel modeller, birçok yazar tarafından pratik ve geliştirilen bir sistem olarak düşünülür. Birçok zihinsel model eksiktir ve açıkça tanımlanan sınırları yoktur; genelde bilimsel ve oldukça kararsızdır. Tanımlamada , açıklamada ve tahminde bireyselliğe izin verirler. Zihinsel modeller, hafızaya yardımcı aygıtlar olarak çalıştırılabilirler. [13] Bunun yanında her bir öğrenci için bireyseldir. Gerçek yapıdan hatta ders sırasında anlatılan yapıdan eksik veya farklı olabilir. Bireylerin kendine has deneyimleri, eski birikimlerinin farklılığı zihinsel modellerin de çeşitliliğini sağlamaktadır.

Coll ve Treagust (2003) zihinsel modelleri iki ayrı grupta incelemişlerdir. Bunlardan ilki “fiziksel zihinsel modeller” dir. İkincisi ise “kavramsal zihinsel modeller” dir. [13]

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

Bazı bilim adamları zihinsel modellerin geçici olduğunu ileri sürerken, bazıları ise uzun süren aralıklarla kullanıldığını ve oldukça kalıcı olduğunu önermiştir. [13]

Strike ve Posner (1992) ile Vosniadou (1994), atom konusundaki birçok alternatif düşüncenin aslında öğrenci önyargıları ve öğretmenle başlatılan eğitim arasındaki iletişimin bir ürünü olarak sınıfta oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Gelişmemiş öğrenci fikirleri, öğretmen gösterimiyle ilişkiye girdiği zaman; bilimsel yasa ve teorileri kendi deneyimleri ile uzlaştırmaya çalışacaklar. Bu uzlaşma sırasında öğrenci deneyimleri ile bilimsel kavramlar uyumsuzsa, öğrenci bunu tanımakta başarısız olur, bu sırada alternatif kavramlar devreye girer. Öğrenci, bilimsel dayanağı olmayan daha basit ve yalın alternatif kavramlarla dengeye ulaşır. Bu süreç sınıfta oluştuğuna göre, öğretmenler fikirlerin uzlaşması sırasında uyumsuzluğu gidermede rehber olmak durumundadırlar. [10]

Öğrenciler, daha önce sahip olduğu zihinsel modeliyle gördüğü yeni modeli uzlaştırmaya çalışırken uyumsuzluk yaşar ve bu uyumsuzluğu giderirken her bir modelin özelliklerini karıştırarak veya kendince yepyeni anlamlar katarak tüm modellerden farklı yeni bir model elde eder. Vosniadou (1994) bu modellere “sentetik modeller” adını vermiştir [10]. Bunun yanında iki veya daha fazla farklı modellerin özelliklerini birbirine düzensizce karıştırarak elde edilen öğrenci zihinsel yapılarına da “hibrit modeller” adı verilmektedir. Bu noktada öğrencilerin sahip oldukları ilk zihinsel modellerinin ve öğrenme sürecindeki kendilerine yapılan rehberliğin oldukça önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Zihinde oluşmuş bir modelin değiştirilebilmesi için sonraki öğrenmelerde, öğretmen tarafından çok çaba harcanması gerekir. Eğer öğrencilerin modelleştirme yetenekleri yüksek bir düzeyde ise bu olay kolaylaşır. Bu noktada “model oluşturma ve modelleştirme yeteneği nedir?” sorusu karşımıza çıkmaktadır.

## 1.5 Model Oluşturma (Modelling)

Model oluşturma, fikirleri, nesneleri veya olayları zihinsel, fiziksel veya sözel yollarla göstermeyi içerir. Sistemlerin nasıl çalıştığını ve nasıl yapılandığına fiziksel veya zihinsel modelleri kullanarak sunmaktır. Aynı olay, nesne ve fikirler farklı Şekillerde ifade edilebilir. Örneğin katı haldeki buzun erimesi, grafik, Şema, resim vb. olarak modelleştirilebilir.[14]

Modelleştirme yüksek bir düşünme basamağıdır ve bilimsel literatürün önemli bir parçasıdır. [8] Model oluşturma, bilimsel süreç becerilerinin son basamaklarından biridir. Bu becerinin kazanılabilmesi için gözlem, sınıflandırma, hipotez kurma gibi birçok basamağın başarıyla geçilmiş olması gerekir.

Grosslight (1991) modelleştirme açısından üç düşünce basamağını ve onların bilimdeki kullanımlarını ortaya koymuştur. [10]

- **Basamak 1** de model yaratanlar, modelleri “gerçeğin basit bir kopyası” olarak düşünmektedirler. Bazı zelliklerinin gerçekten eksik olduğunu kabul ederler, hatta bu eksikleri gidermenin yollarını ararlar. Ancak model ile gerçek arasında birebir benzerlik olduğunu düşünürler.
- **Basamak 2** de model yaratanlar, modelin gerçekle birebir benzerliğe sahip olmadığını grmuşlerdir, ancak fikirleri gstermektense, gerçeği resmetmeye çalışmaktadırlar.
- **Basamak 3** de model yaratanlar, modellerin gerçeğin resmi olmadığını, fikirlerin gelişimi ve test edilmesine yardım ettiğini kabul ederler. Bu basamaktaki öğrenciler farklı çok yönlü modeller kurar ve başarıyla idare ederler.

Justi ve Gilbert’e (2003) göre Fen bilimlerinde modelleştirme, bilginin yapılanmasının bir yolu olarak kabul edilmiştir. [15] yleyse öğrencilere

modelleştirme yeteneği kazandırır sak bilginin yapılanması kolaylaşır, hatta derslerde bir öğretim yöntemi olarak kullanılabilir.

Modelleştirme bir fenomenin davranışlarını tanımlamaktansa bir amaca hizmet etmektedir. Bu amaç hangi düşünce den ibaret olduğunu kurmak, davranışların etki, ve sebeplerini açıklamak, tüm durumlar için hangi davranışta bulunacağını tahmin etmektir. [15]

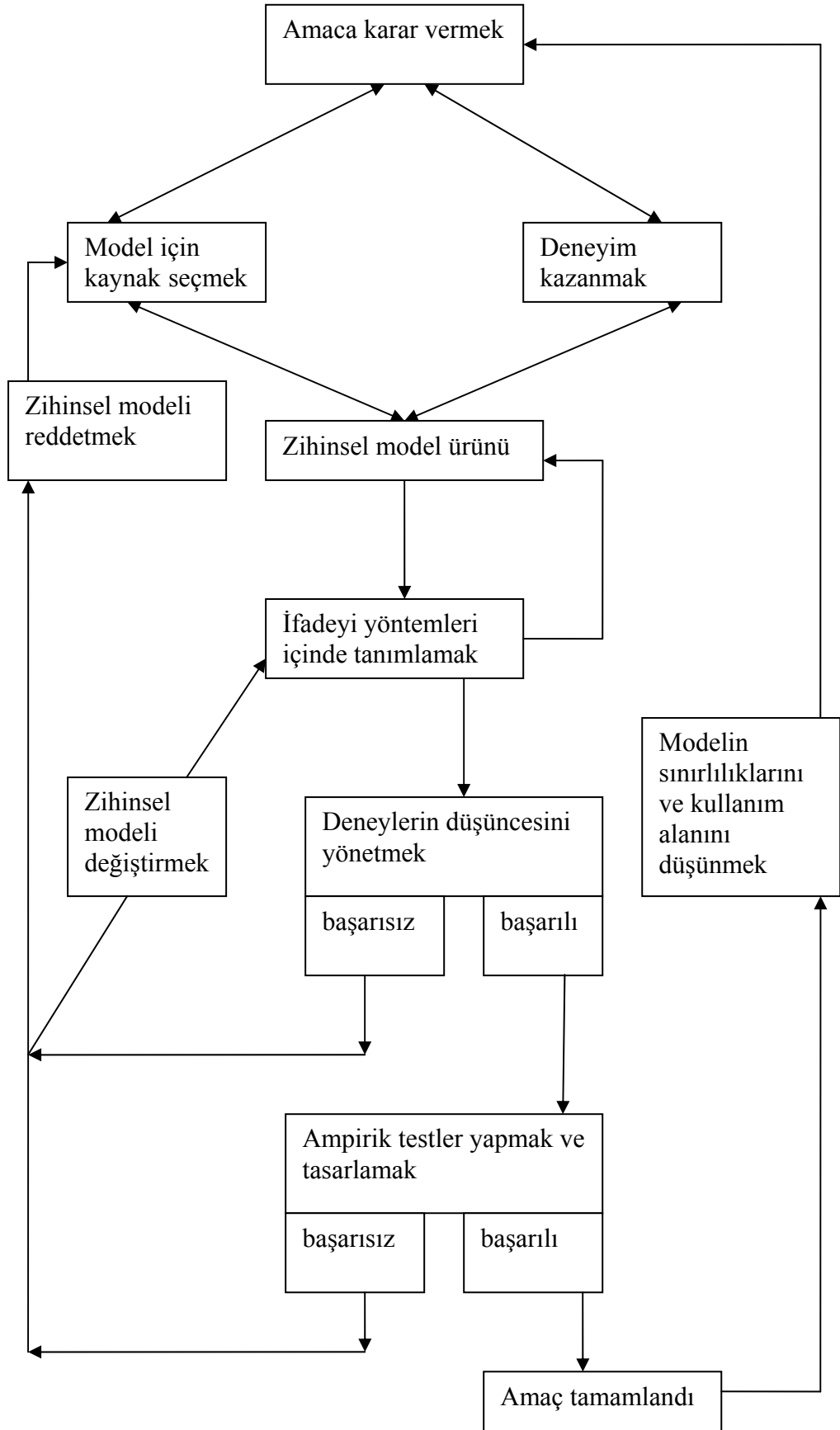
Justi ve Gilbert'in (2003) "Kimya eğitiminde modeller ve modelleştirme" adlı çalışmalarında modelleştirmenin bir iskeleti oluşturularak model oluşturmanın hangi süreçlerden geçerek oluştuğu vurgulanmıştır. (bkz. Şekil 1.2) Buradaki basamaklar incelendiğinde önce amaç belirlenmekte ve belirli süreçlerden geçerek amaç tamamlanmaktadır. Amaç tamamlandıktan sonra elde edilen modelin sınırlılıkları ve faaliyet alanı belirlenmektedir. Bu sayede sonraki aşamalarda modelleştirme yeteneği düşük kişilerce kullanılan modelin, gerçeğin kopyası olarak değil de sınırlılıkları olan bir nesne olarak görölmesi sağlanır. Justi ve Gilbert (2003), kimyasal konuların girişinde bu iskelet öğrencilere genel rehber olarak verilirse, kendi modellerini kurmada, diğer modelleri tekrar değerlendirmede, modellerin neden ve nasıl yapılandığını anlamada etkili olacağını söylemiştir. Mevcut konu ve yapıları anlamada kolaylık sağlama yanında yeni araştırmalara da ışık tutabileceğini belirtmişlerdir. [15]

Justi ve Gilbert (2003) öğretmenlere, öğretmen yetiştirenlere ve kitap yazarı ve yayımcılar için, model ve modelleştirme konusunda bazı temel görevlerin ortaya çıktığını vurgulamıştır. İyi bir uygulama için temel kurallar şöyle verilmiştir:[15]

Ders kitabı yazarları ve yayımcılar:

- Onların kullandığı gösterimsel anaşmalar tanıtılmalı
- Hibrit modellerin kullanımından kaçınmak, yerine bunların programda basitleştirilmiş ve tarihsel veya fikir birliğine varılan modeller kullanılmalı.





Şekil 1.2: Model oluşturmanın iskeleti (2003) [11]

Öğretmenler:

- Öğrencilerin kendi modellerini test etmeli ve onların modellerini geliştirmek için fırsat sağlamalı.
- “modelin doğasının” sunumunda kapsamlı bir evre sağlanmalı
- Öğrencilere tüm modellerin takdiminde sınırlılıkları ve kullanım alanı yapılandırılmalı

Öğretmen eğitimcileri:

- Öğrenci aktiviteleri boyunca ve öğretmenlerin kendi etkinlikleri için örnekler sağlamak
  - Öğrencilere sunumun nasıl yapılacağı ve öğretme modellerinin doğası ile ilgili örnekler sağlamak
  - Modelleştirme becerilerinin öğretimi stratejileri için örnekler sağlamak

## 1.6 Atom ve Atom Konusunun Programdaki Yeri

Fen bilgisi derslerinde, atom konusunda atomun büyüklüğü ve atomun şekli benzeşim modelleri kullanılarak ifade edilmektedir. Atom altı tanecikler ile ilgili hesaplamalar, kimyasal formüller kullanılarak yapılmaktadır. Atomun gerçek şekli ile ilgili yüzyıllardır ortaya atılmış kuramlar ve modeller vardır. Her bir yeni araştırma bir öncekinin eksiklerini bulacak şekilde atomun şekli ve yapısı hakkında yeni bilgiler ilave etmiştir.

Ortaöğretim 9. sınıfta da verilen atomun tarihsel modelleri şu şekilde sıralanabilir. Dalton “tüm maddeler atomdan yapılmıştır ve atom maddelerin bölünemez en küçük parçacığdır” demiştir. Bundan sonra üzerine Thomson “atomun içinde eksi ve artı yüklerin olduğunu keşfederek, elektronların kütlesi atomunkinden çok küçük olduğu için atomun kendisini artı yüklerin oluşturduğunu, elektronların ise küre içine dağılmış (-) yükler olduğunu belirtmiştir. Güncel adıyla ifade edecek olursak “üzümlü kek modelini” ortaya atmıştır. Rutherford,  $\alpha$  taneciklerinin saçılması deney düzeneği ile Thomson’un modeli üzerine incelemeler yapmış ve sonuçların onun ortaya attığı gibi olmadığını fark etmiştir. Rutherford’a göre “atomun kütlesi çekirdekte çok küçük bir hacimde toplanmış, çekirdek etrafında ise dairesel yörüngelerde elektronlar dolanmakta, elektronların bulunduğu hacim çekirdeğin hacminden çok daha büyük ve çekirdek yükü ise elektronların yüküne eşittir. Güncel adıyla “güneş sistemi modelinin” kökeni buradan kaynaklanmaktadır. Bohr’a göre, “elektronlar belirli kararlı hallerde bulunabilir ve bu hallerde belirli enerji düzeyleri vardır.” Bohr, ilk defa “elektronların belirli enerjilere sahip olduğunu” vurgulamıştır. Elektron bu enerji düzeylerinde belirli yörüngelerde çekirdek etrafında dolandır. Tüm bu çalışmalardan sonra, atomun şekli ve yapısı üzerine günümüzde geçerli teori olan en son Modern Atom Teorisine (Kuantum Mekaniksel Teori) ulaşılmıştır. Bu teoride Bohr atom modelinde olduğu gibi belirli yörüngelerden söz etmek mümkün değildir. Elektronların çekirdek etrafındaki enerji düzeylerinde bulunabileceği belirli bölgelerden (orbitalerden) söz edilebilir. Ortaöğretim 9. sınıf sonunda öğrencilerin tüm bu tarihsel modellerle eksikliklerini ve Modern Atom Teorisini bilmeleri beklenir.

Türkiye deki müfredat programında atom konusu ilköğretimde üç farklı yerde yer almaktadır. İlk olarak 4. sınıfta Madde ve Enerji Ünitesinde “element, bileşik ve karışımları kavrama, aralarında ilişki kurabilme” hedefinin gerçekleştirilmesi sırasında karşımıza çıkmaktadır. Element, bileşik ve karışım kavramları verilirken elementlerin atomlardan oluştuğu, atomun boyutu ve atomun bir çekirdek ve elektronlardan oluştuğu konusundan söz edilmektedir. Yukarıda belirtilen hedef doğrultusunda atom konusu ile ilgili öğrenciden beklenen davranışlar şunlardır [16]:

- Elementlerin atomlardan oluştuğunu söyleme, yazma.
- Atomun boyutunu, bilinen küçük zerreciklerle karşılaştırma.
- Atomun bir çekirdek ve elektronlardan oluştuğunu söyleme, yazma.

İlköğretim 6. sınıfta yaşamımızı yönlendiren elektrik ünitesinde “cisimlerin elektriklenmesini kavrayabilme” hedefinin gerçekleştirilmesi sırasında atomun yapısından hareketle elektriklenmede proton ve elektronların rolü ile cisimlerin artı (+) yüklü, eksi (-) yüklü ve nötr olmalarının ne anlama geldiği konularına kısaca değinilmektedir. Yukarıda belirtilen hedef doğrultusunda, atom konusunda öğrenciden beklenen davranışlar şunlardır [16]:

- Atomun yapısından hareketle elektriklenmede protonların ve elektronların oynadığı rolü açıklar.
- Cisimlerin artı elektrik yüklü, eksi elektrik yüklü ve yüksüz (nötr) olmalarının ne anlama geldiğini açıklar.

İlköğretim 7. sınıfta “Atomun yapısı ve periyodik çizelge” konusu “Maddenin İç Yapısına Yolculuk” ünitesinin ikinci bölümünü oluşturmaktadır. Bu bölümde yer alan atom anlatılırken, çekirdek ve enerji düzeyleriyle birlikte atomun yapısı, atom numarası ve kütle numarası kullanılarak atom altı parçacıklarının hesaplaması ve iyonların oluşumu örneklerle açıklanır. Bu konuyla ilgili ünite sonunda “Atomun Yapısını ve İyonların Elektrik Yüklü Atomlar Olduğunu

Kavrayabilme” ve “İyonu Kavrayabilme” hedefleri doğrultusunda öğrencilere kazandırılması beklenen davranışlar şunlardır [16]:

- Atomun yapısını çekirdek ve etrafındaki enerji düzeyleriyle açıklar (Alt enerji düzeyi, elektron dağılımı, orbital ve Bohr modeli anlatılmayacak).
- Atom numarasını ve kütle numarasını kullanarak atom altı parçacıkların sayısını örneklerle hesaplar.
- İyonların oluşumunu örneklerle açıklar.

İlk davranışta dikkat çekildiği gibi alt enerji düzeyi, orbital ve Bohr Modelinin anlatılmayacağı vurgulanmıştır. Ancak atomun yapısı çekirdek ve enerji düzeyleriyle vurgulanacağı belirtilmiştir. Atomun yapısı tarif edilirken hangi modele göre tarif edileceği açık ve net bir şekilde vurgulanmamıştır. Bu noktada öğretmenlerin tercihlerinin ön plana çıktığı görülmektedir.

Ortaöğretim müfredatında, atom konusu 9. sınıfta atomun yapısı, atomun tarihsel modelleri ve modern atom teorisi ile birlikte anlatılmaktadır. Bu konular doğrultusunda belirlenmiş hedefler şunlardır [17]:

- Maddenin atomlardan olduğunu kavrayabilme. Bir model tasarlayabilme.
- Atom ile ilgili tarihsel gelişimi kavrayabilme.
- Bohr atom modelinin yetersiz kaldığı halleri kavrayabilme.
- Modern atom teorisinin gereğini ve temel varsayımlarını kavrayabilme
- Elementlerin tabiatta izotoplarının karışımı halinde olduğunu kavrar.
- Atom çeşitlerini kavrayabilme
- Atomlardaki elektron dağılımını ve elektronların bulunduğu enerji bölgelerini kavrar.
- Belirsizlik ilkesini kavrayabilme.
- Orbitalleri tanıyabilme
- Orbital fikrinin molekül fikrine üstünlüğünü tartışabilme

Programdaki hedeflerden de anlaşılacağı gibi öğrenciler atomun tarihsel modelleri ve modern atom teorisi ile 9. sınıfta tanışmaktadır. İlköğretimde atomun yapısı konusu üzerinde basitçe durulmaktadır.

Taber (2003) öğretmenler ve müfredat programı hazırlayıcıları tüm tarihsel modellerden ayrı güvenilir, pedagojik mantığa dayalı, öğrenme için alternatif bir model hazırlayabilirler demiştir. Soyut ve yabancı fikirleri öğretirken öğretmenin mecazlar veya benzeşimler kullanarak varolan fikirlere yeni bilgiler eklemek için yeni yollar bulunmasının önemli olduğunu da vurgulamaktadır. Ancak programdaki atom modelinin, gerçek atomdan farklı olmasının pedagojik sebeplerden değil epistemolojik engellerden ve tarihi modellerin özelliklerinin günümüze taşınmasından kaynaklandığını vurgulamıştır. Justi ve Gilbert (2000) Aynı zamanda sunulan atom kavramının tarihi modelin karışık bir alaşımı olduğunu ileri sürmüştür [18].

Fen öğretmenleri, programın beklentileri, toplum sorumluluğunun talepleri ve ders kitapları çerçevesinde şekillenmiş bir alanda çalışırlar [6]. Ders programlarının beklentilerini program hazırlayanlar belirlediği için bu kişilerin görevi oldukça önemlidir. Program hazırlayıcıları bilim adamlarının metod ve fikirlerini öğrencilere tanıtmalıdır. Ayrıca ders kitaplarında, kitabın her bir okuyucusu kitapta yer alan modelden bir zihinsel model yapılandıracaktır. Kitabın yazarı için çıkış yeri, farklı okuyucuların zihinsel modellerinin birbirleriyle ve kaynakla olabildiğince benzer olmasını sağlamaktır.

Harrison ve Treagust (1996) “bilim adamları matematiksel yollar boyunca ilerlerken, eğitim zincirinin ikinci halkası olan öğretmenler, benzeşim ve eksik modelleri kullanmaya mecbur bırakılmaktadırlar” demiştir. [10]

Okullarda günümüzde geçerli olan atom modelinden farklı birçok atom modeli öğretilmektedir. Bunun yanında televizyonlarda, dergilerde, ders kitaplarında da gerçek atom modelinden farklı birçok şekil yer almaktadır.

## 1.7 Literatür Taraması

Zihinsel modeller ile ilgili literatür incelendiğinde, yapılan çalışmalar farklı düzeylerdeki öğrenci gruplarının zihinsel modellerini belirleme üzerine yoğunlaştığı görülmektedir.

Nakiboğlu ve arkadaşlarının (2002) “Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri” adlı çalışmalarında Kimya Eğitimi ve ilköğretim Matematik Öğretmenliği öğrencilerinden, toplam 104 öğrencinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini incelemişlerdir [12].

Çalışmanın sonucunda, ilköğretim Matematik Öğretmenliği öğrencileri Genel Kimya dersinde, Kimya Eğitimi öğrencileri ise Anorganik Kimya ve Kuantum Kimyası gibi derslerde atom ve molekül orbitalleri geniş bir şekilde anlatılmasına rağmen öğrencilerin büyük çoğunluğunun (Kimya öğrencilerinin %48’i, ilköğretim Matematik Öğrencilerinin %79’u) Bohr Atom Modeline göre çizim yaptıkları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin zihinsel modellerinde derslerde kullanılan benzeşim modelleri (güneş sistemi, elektron bulutu, enerji kabuğu gibi...) ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının bazılarının zihinsel modellerinin, televizyon, internet ve ders kitaplarında yaygın olarak yer alan yanlış resimlerle de bağlantılı olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında bazı öğretmen adaylarında atomun yapısı ile ilgili zihninde açık ve net bir model olmadığı da ortaya konulmuştur [12].

Harrison ve Treagust’un (1996) “Ortaöğretim öğrencilerinin atom ve molekül zihinsel modelleri: kimya öğretiminin içeriği” adlı makalelerinde, 8.-9. ve 10. sınıf öğrencilerinden 48 öğrencinin atom ve molekül zihinsel modelleri incelenmiştir. Bunun yanında öğrencilerin, atomun büyüklüğü, maddelerin oluşumu, atomun yaşamı, atomun şekli, atomun yapısı, elektron kabuğu, elektron bulutu, modelleştirme yeteneği gibi konulardaki görüşleri de alınmıştır [10].

Çalışmanın sonucunda, atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinde, öğrencilerin çoğunluğunun güneş sistemi modeliyle benzeşen orbits (medyatik) modeli tercih ettikleri görülmüştür. En beğenmedikleri model olarak da orbital (modern atom) modelini seçmişlerdir. Öğrencilerin modelleştirme yeteneği incelendiğinde çoğunluğun basamak 1 de yani en zayıf modelleştirme yeteneğine sahip düzeyde, diğer kısmının ise basamak 2 de olduğu, basamak 3 de hiç öğrencinin bulunmadığı ortaya çıkmıştır. Basamak 1 de olan öğrenciler, modelin gerçeğin kopyası olduğuna inanırlarken; basamak 2 de olan öğrenciler, bunun doğru olmadığını farkına varmışlar ancak yine de fikirlerin gelişiminden çok gerçeği resmetmeye çalışmaktadırlar. En üst seviye olan basamak 3 de yani modellerin gerçeği resmetmediği gibi fikirlerin gelişimi ve test edilmesinde yardımcı olduğunu düşünen hiç öğrenci bulunmadığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin atomun büyüklüğü ile ilgili görüşleri sorulduğunda, çoğunun atomun mikroskop altında görülebileceğini söylediği belirlenmiştir. Aynı zamanda, öğrencilerin çoğu tüm maddelerin atomlardan oluştuğunu söylerken, bir kısmının bazı maddelerin atomlardan oluştuğunu söylediği görülmüştür. Öğrencilerin büyük kısmı atomun cansız olduğuna inanırken, bazıları atomun doğup, büyüyüp, öldüğüne inanmaktadır. Öğrencilere atomun şekli sorulduğunda, büyük kısmının top veya küre gibi olduğunu düşünürken, bir kısmı da atomun yapısının polistren top gibi olduğunu düşünmektedirler. Öğrencilerin çoğu, elektron bulutunun farkında, ancak elektron kabuğunun farkında değildirler. Öğrenciler, molekül modellerinden ise en çok top ve çubuklardan oluşan (ball and stick) modeli tercih etmişlerdir [10].

Bu çalışmada da yine Nakiboğlu ve arkadaşlarının (2002) çalışmasında olduğu gibi, öğrencilerin zihinsel modellerinin derslerde kullanılan benzeşim ve mecazlardan etkilendiği ve o doğrultuda zihinsel modellerin yapılandığı ortaya konulmuştur. Öğretmenlerin ve ders kitaplarının kullandığı benzeşim modelleri öğrencileri yanlış zihinsel modellere yönlendirirken, kimyasal anlamının da esas bölümünü oluşturmaktadır. Benzeşim modellerinin kullanımının durdurulması yerine, öğrencilerin modelleştirme yeteneklerinin geliştirilmesine ağırlık verilmesi önerisinde bulunulmuştur. Öğrencilerin negatif sonuçları da resmedildiği için, öğretmenlerin öğrencileri ile benzeşim, mecaz ve model gibi kavramları tartışması ve vurgulaması gerekliliği ortaya çıkartılmıştır [10,12].



Taber'in(2003) “ Kimya müfredatında atom: temel kavramlar, öğretim modeli veya epistemolojik engeller” adlı makalesinde modern bilimsel anlayış ile zıt olan atom hakkındaki fikirlerin nedeni üzerinde durulmuştur. Öncelikle literatürden de destek alınarak “öğrenenlerin atomu” ile “kimyasal atomun” farklılığı vurgulanmıştır. Bu farklılığın “müfredat atomunun” kolay anlaşılması için bilerek yapıp yapılmadığı üzerinde durarak, atomun tarihsel modellerinin ve epistemolojik engellerin “kimyasal atomu” anlamayı güçleştirmesini açıklamıştır [18].

Çalışmanın sonucunda “öğrenenlerin atomu” yani “müfredat atomunun” gerçek “kimyasal atomdan” oldukça farklı olduğu vurgulanmıştır. “Müfredat atomu” eğitimde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Aynı zamanda “kimyasal atomun” öğrenenler için anlaşılması güç olduğu ve soyut-yabancı fikirleri öğretirken öğretmenin mecazlar ve benzerlikler kullanmasının önemli olduğunu vurgulamıştır. Program hazırlayıcıları ve öğretmenler, öğrenme için uygun, güvenilir pedagojik mantığa dayalı alternatif bir model hazırlayabilirler. Ancak programda verilen atom modelinin pedagojik amaçlar için dikkatlice hazırlanan bir varlık olmadığı da vurgulanmaktadır. Taber Bu modelin, farklı tarihi modellerin özelliklerinin düzensiz bir karışımı olduğunu söylemiştir. Bu söylenen, çalışmada farklı iki atom bulunmasının nedenlerinden birincisidir. Bir başka neden olarak da öğrencilerin sınıflara düzeltilmesi gereken yerleşmiş fikirlerle girdiklerini vurgulamış, bunları “epistemolojik engeller” olarak belirtmişlerdir [18].

Harrison'un (2001) “Bilimsel bir şekilde düşünme ve çalışma: zihinsel modellerin ve benzeşimlerin rolü” adlı çalışmasında geçmiş araştırmalar ve görüşmeler incelenerek, öğrencilerde ve öğretmenlerde farklılıklar gösteren zihinsel modeller tartışılmıştır. Bunun yanında öğretmenlerin hangi durumlarda benzeşim ve mecazlara başvurduğu konusu incelenmiştir [8].

Çalışmanın sonucunda öğretmenlerin çoğu, öğrencilerinin bilimsel modellerin etkili sahası ile tanışmış olduğunu söylerken, öğretmenlerin çok azının Groslight'in modelleştirme basamaklarından (bkz. Sayfa 11) haberdar oldukları ortaya atılmıştır. Kavram gelişimi için modellerin kullanımı, benzerlik

yüzelelerinden, düşünme süreçlerinde odaklandığı vurgulanmıştır. Öğretmenlerin öğrencileriyle modeller ve mecazlar hakkında konuşmasının gerekliliği belirtilmiştir [8].

Coll ve Treagust'un (2003) "öğrenenlerin metalik bağ ile ilgili zihinsel modelleri" adlı makalesinde üç akademik düzeyden, toplam 24 lise, lisans ve lisansüstü öğrencilerinin tercih ettikleri metalik bağ zihinsel modelleri incelenmiştir [13].

Çalışmanın sonucunda öğrenciler metalik maddelerin yapısı ve bağları hakkında gerçekçi bakış açısını tercih etmişler ve "elektron denizi modelini" seçmişlerdir. Üç düzeydeki öğrenen de metallerin iletkenliği ile ilgili akla uygun açıklama sundukları halde, öğrenenlerin azı alaşımlarda bağları tanımlayabilmişlerdir. Bu durumda lisans programına kadar yüksek soyut öğretme zihinsel modellerini ertelemenin mantıklı olduğu önerilmiştir [13].

Gilbert ve Boulter'in (1998) "Açıklamalarda modeller" adlı bilimsel açıklamalarda modellerin rolünü inceleyen iki bölümden oluşmuş çalışmalarının birinci bölümünde; açıklamaların tipleri, bilimsel açıklamalarda "uygunluk" fikri ve modellerin doğası ile onların açıklamalara katkısı incelenmiştir [9].

Çalışmanın sonucunda açıklama; kasıtlı, tanımlayıcı, yorumsal, nedensel ve tahminsel olmak üzere beş tipte incelenmiştir. Bir açıklamada "uygunluk" akla yatkınlığı, cimriliği (ne kadar az görüşe başvurduğu), genelleştirebilirliği ve verimliliği ile ilişkilendirilmiştir. "Uygun" bir açıklama soru soranın ihtiyaçlarını karşılaması, sonraki soruyu engellemek yerine sormayı kolaylaştırması ve yön vermesi gerekliliği üzerinde durulmuştur. Modellerin bilimin açıklamalarında önemli olduğu ve anahtar roller oynadığı vurgulanmıştır. [9]

Gilbert ve Boulter'in (1998) çalışmalarının ikinci bölümünde açıklamaların "uygunluğu" ile modellerin açıklama içindeki rolü, bilim adamları, program hazırlayıcıları, fen öğretmenleri ve öğrencileri açısından incelenmiştir [19].

Çalışmanın sonucunda bilim adamları, program hazırlayıcıları, fen öğretmenleri ve öğrencilerinin hangi tip açıklamaları ne düzeyde kullandıkları ve modellerin kendileri için önemi belirtilmiştir. Bilim adamlarının araştırma sonuçlarını ve yeni bilgileri açıklamalar yoluyla modelleri de kullanarak duyurmakta olduğu, program hazırlayıcılarının çalışmalarını yapmak için hem tarihsel olarak önemli, hem de günümüzde bilim adamları tarafından kabul edilmiş açıklamaları anlaması gerektiği vurgulanmıştır. Fen öğretmenlerinin yeterli “pedagojik içerik bilgisine” sahip olmaları gerektiği bu sırada modellerin ve açıklamaların doğasını anlayarak öğretme modellerinde kullanmasının önemi üzerinde durulmuştur. Öğrenciler kendi açıklamalarını oluşturabilmek için, açıklamaların ve modellerin doğasını anlaması gerekliliği vurgulanmıştır [19].

### **1.8 Problem:**

Ortaöğretim ve yükseköğretim Kimyasının temelini oluşturan Fizik ve Biyoloji derslerinde de bazı konularda büyük öneme sahip olan “atom” konusu ile öğrenciler ilk olarak ilköğretimde karşılaşmaktadırlar. İlköğretimde kısaca ve basit bir şekilde atomun yapısından bahsedildikten sonra ortaöğretimde, atomun tarihsel gelişimi ve tarihsel modelleri ile Modern Atom Teorisi verilmektedir.

Ortaöğretim ve yükseköğretimde Kimyasal Bağlar, Kimyasal Tepkimeler... gibi pek çok Kimya konusunun anlaşılabilmesi için atom konusunun çok iyi bilinmesi ve kavranmış olması gerekir. Atom yine Fizik derslerinde elektrik konusunda, Biyoloji derslerinde canlıların temel bileşenleri konusunda da temel oluşturmaktadır. Bu yüzden Kimya, Fizik ve Biyoloji eğitimi için bu kadar önemli olan atom konusu hakkında, yanlış yerleşen bazı görüşler ileride değiştirilmesi çok güç hatalara sebep olabilir.

Öğrenme sürecinde öğretmenler, ders kitapları, dergiler ve diğer ders materyalleri tarafından birçok atom modeli kullanılmaktadır. Atomun gerçek şekli tarif edilirken bu atom modellerinden yararlanılmaktadır. Ders materyallerinde

farklı atom modelleri olmasının yanında ders sırasında öğretmenler de farklı benzeşim modelleri kullanmaktadırlar.

Daha önce de belirtildiği gibi, atom konusunda öğrencilerin alternatif kavramları sınıf ortamında oluşmaktadır. Hatta “sentetik modeller” adı verilen hiçbir atom modeliyle uyuşmayan yapılar ile “hibrit modeller” adı verilen farklı modellerin özelliklerinin karıştırılması ile yapılandırılan modeller yine sınıf ortamında yapılır. Birçok atom modeli gören öğrenci kendi ilk modeliyle gördüğü yeni modeli uzlaştırmaya çalışır. Bu sırada daha önce doğru kabul ettiği birçok özellik yeniden yapılandırılmalıdır. Eğer bu yıkım sağlıklı yapılamazsa alternatif kavramlar, hibrit modeller veya sentetik modeller oluşabilir. Bu noktada öğrencilerin ilk zihinsel modelleri ile öğretmenin ders sırasındaki tutumu önem kazanmaktadır. Bilindiği gibi ilköğretimde atomun yapısı öğretmenler tarafından önce basitçe “güneş sistemi modeli” veya “medyatik model” ile anlatılmaktadır. Bu yüzden öğrencilerin ilk zihinsel modellerinde gerçek atomdan farklı bir yapılanma olması kaçınılmazdır.

Taber (2003) bazı alternatif kavramların değişmeye çok dirençli olduğunu ve öğrencilerde bir kez yerleşti mi öğretmenlerin bu yanlış fikirleri değiştirmek için çok sıkı çalışmaları gerektiğini belirtmiştir [18].

Öğrenciler internet, televizyon, dergi, ders kitaplarında bulunan gerçek atomdan farklı modeller ile ders sırasında kullanılan benzeşimleri de birleştirerek zihinlerinde kendilerine has bir model oluşturabilirler. Öğrencilere gösterilen atom modellerinde önemli bir kararsızlık söz konusudur. Hangisi gerçek atom? Her basamakta, her farklı ortamda farklı bir atom modeli gören öğrencilerin zihinlerinde bazen bunlardan biri, bazen hepsinin karışımı bazense hiçbirine benzemeyen yapılar oluşmaktadır. Öğrencinin zihnindeki soru işaretleri giderilemezse, sosyal çevrenin, benzeşimlerin ve o güne kadar biriktirdiği bilgilerin etkisiyle öğrenci kendi atomunu oluşturmaktadır.

Derslerde kullanımı bu kadar yaygın olan model ve benzeşimler Fen derslerinin ayrılmaz birer parçasıdır. Soyut kavramların anlaşılabilmesi için

vazgeçilmez bir kaynaktır. Ancak sınıf ortamındaki uygulamaların bazı eksik veya yanlış modellere neden olduğu da literatürde açık bir şekilde görülmektedir.

İlköğretimde ve ortaöğretimde, öğrencilere atomun yapısı ile ilgili farklı modeller gösterilmekte, ortaöğretimde atom teorilerinin tümü gösterilmektedir. Bu yüzden ilköğretim öğrencileri ile ortaöğretim öğrencilerinin atom ile ilgili zihinsel modelleri arasında önemli fark olması beklenir. Literatürde hem ortaöğretim hem de üniversite öğrencileri üzerinde yapılan çalışmalarda, atom ile ilgili zihinsel modellerinin Modern Atom Teorisiyle uyuşmadığı vurgulanmıştır. Bu yüzden bu çalışmada “ortaöğretim programında ilk kez karşılaşılan Modern Atom Teorisi öğrencilerin zihninde nasıl yer almaktadır? Atomun modeli ile ilgili literatürde açıklanan bu problem hangi noktada ve neden gerçekleşir?” temel sorularına yanıt aranacaktır.

## 1.9 Amaç

Bu araştırma ile ilköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencileri ile ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri belirlenerek, aralarında herhangi bir ilişkinin olup olmadığının ortaya konulması ile atomun yapısını açıklamada, ders kitaplarında ve görsel materyallerde kullanılan benzeşim modellerinin öğrencilerin zihinsel modellerini nasıl etkilediğini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırma soruları aşağıdaki biçimdedir:

1. İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri nedir?
2. İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerini, benzeşim modelleri ve tarihsel modeller etkilemekte midir?
3. İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri arasında bir ilişki var mıdır?
4. İlköğretim ve ortaöğretim ders kitaplarında, hangi atom modelleri ve model oluşturma etkinlikleri yer almaktadır?

## 1.10 Önem

Atom konusu kimyasal bağlar, kimyasal tepkimeler ve çekirdek kimyası gibi birçok Kimya konusunun temelini oluşturmaktadır. Ayrıca atom konusu Fizik ve Biyoloji derslerinden bazı konular için de temel oluşturmaktadır. Bunlara elektrik, manyetizma, metalik iletkenlik gibi Fizik konuları ve canlıların temel bileşenleri gibi Biyoloji konuları örnek verilebilir. Ortaöğretimde yeni öğrenilecek konular öncekiler üzerine yapılanmaktadır. Atomun yapısı ve şekli tam anlamıyla anlaşılmadığında, ortaöğretim Kimya ve Fizik derslerinin temellerinde problemler yaşanması kaçınılmazdır.

Fen eğitimi için bu derece değerli olan atom konusu atomun şekli, atomun yapısı ve atom modelleriyle birlikte tam olarak öğrenilmelidir. Ayrıca benzeşim ve modeller de Fen Bilimleri için son derece önemlidir ve birçok derste olduğu gibi Fen Bilgisi derslerinde de ağırlıklı bir şekilde kullanılmaktadır. Bunların kullanımının sebebi daha önce de vurgulandığı gibi soyut ve yabancı terimlerin açıklanmasında ve öğrenci tarafından anlaşılmasında kolaylık sağlamasıdır. Derslerde bu derece vazgeçilmez olan modellerin öğrencilerin zihinlerinde nasıl yapılandığı önemli bir sorudur. Öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesi bize konunun ne derece anlaşıldığı hakkında fikir verecektir. Bunun yanında ders içi ve ders dışı etkileşimlerinin zihinsel model yapılanmasındaki etkisi ortaya çıkacaktır. Ders anlatımı sırasında öğretmenler, ders kitapları ve çeşitli görsel materyaller tarafından kullanılan benzeşim ve mecazların öğrencilerin zihinsel modellerini ne düzeyde etkilediği çizdikleri zihinsel modeller yardımıyla belirlenebilecektir.

Daha önce de belirtildiği gibi öğrenciler atomun tarihsel modelleri ve Modern Atom Teorisi ile ortaöğretim 9. sınıfta tanışmaktadırlar. İlköğretimde kullanılacak şekiller öğretmenin seçimine bırakılarak atomun yapısı ve kavramları kısaca açıklanmaktadır. Ortaöğretimde yeni kavram ve modellerle tanışan öğrencilerin atom konusundaki zihinsel modellerinde nasıl bir değişiklik meydana geldiği, yada ilköğretimde edindiği zihinsel modelin etkisinde kalarak yeni modelleri oluşturup oluşturmadığının bilinmesi öğretmenler için önemlidir.

Literatürdeki birçok araştırmada, üniversite ve lise öğrencileri atom için “Bohr atom modeli”, “güneş sistemi modeli” veya “medyatik modeli” ağırlıklı olarak tercih etmekte, derste gördükleri halde Modern Atom Teorisinden ve orbitallerden çok az söz etmektedirler. Bu çalışmada iki farklı düzey ve bilgedeki öğrencilerin zihinsel modelleri belirlenmiştir. Bu noktada çalışma atom modelleri konusundaki problemin hangi noktadan itibaren yoğunlaştığı konusuna ışık tutabilir.

Ders kitaplarında bulunan atom modelleri öğrencilerin atom konusundaki öğrenme süreçlerine hangi düzeyde etki etmektedir? Ders kitaplarında öğrencilere sunulan bu modeller arasında tutarlılık var mıdır? Tüm bu soruların cevaplamasında önemli olan ders kitaplarının bu açıdan analizini yapmak da, probleme bir bakış açısı kazandıracığından önemlidir.

Çalışmada elde edilen veriler, daha sonraki çalışmalar için temel oluşturabilir. Öğrencilerin atom konusu zihinsel modellerinin nasıl yapılandığı ve çalıştığı görülerek, gerek Fen Bilgisi gerekse Kimya öğretmenlerine atom konusunun öğretimi konusunda yol gösterici olabilir.

### **1.11 Sayıtlar**

İki farklı düzeyde ki öğrenci gruplarının atom konusundaki zihinsel modellerinin belirlendiği çalışmada

1. Öğrencilerin yaptıkları çizimlerde samimi oldukları kabul edilmiştir.
2. Uygulanan ölçme aracının, araştırma için uygun olduğu kabul edilmiştir.
3. Çalışmaya katılan ilköğretim 7 ve 8. sınıf ile ortaöğretim öğrencilerinin geneli temsil ettiği kabul edilmiştir.
4. Çalışma sonucunda ortaya çıkmış sonuçların genellenebilir olduğu kabul edilmiştir.

### **1.12 Sınırlılıklar**

İki farklı düzeyde öğrenci gruplarının atom konusundaki zihinsel modellerinin belirlendiği çalışma;

Balıkesir ili merkez ilçe ile Susurluk, Sındırgı ve Kepsut ilçelerindeki 7 ortaöğretim ve 10 ilköğretim okulu ile, araştırma süresi; 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006 eğitim-öğretim yılları ile sınırlıdır.



## 2. YÖNTEM

### 2.1 Araştırma Modeli

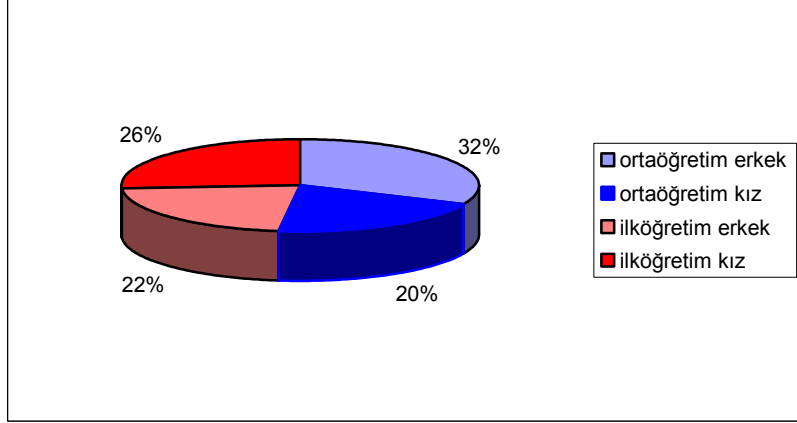
Çalışma üç bölümde gerçekleştirilmiştir.

İlişkisel tarama modelinin kullanıldığı çalışmanın ilk bölümünde, genel olarak iki farklı düzeydeki öğrenci grubunun (ilköğretim ve ortaöğretim) atomun yapısını açıklamada kullanılan benzeşim modellerinin ve tarihsel modellerin öğrencilerin zihinsel modellerini nasıl etkilediği araştırılmıştır. İkinci bölümde de iki farklı düzeydeki öğrenci grubunun atomun yapısı hakkındaki zihinsel modelleri birbiriyle kıyaslanarak, aralarında ilişki olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Üçüncü bölümde ise ders kitaplarındaki atomun yapısı ile ilgili atom modelleri ve model oluşturma etkinlikleri içerik analizi yapılarak incelenmiştir.

### 2.2 Evren ve Örneklem:

Çalışmanın evrenini; Balıkesir ili, merkez, köy , ilçe ilköğretim ve ortaöğretim okullarına 2003-2004 , 2004-2005 ve 2005-2006 eğitim-öğretim yıllarında devam etmekte olan öğrenciler oluşturmaktadır.

Çalışmanın örneklem grubunu ise 2003-2004, 2004-2005 ve 2005-2006 Eğitim- Öğretim yılında Balıkesir ili merkez ilçe, Aslıhantepecik köyü, Kepsut, Sındırgı ve Susurluk ilçelerinde 10 ilköğretim okulunda eğitim gören 441, 7. ve 8. sınıf ilköğretim öğrencisi ile, 7 ortaöğretim okulunda eğitim gören 479 ortaöğretim öğrencisi oluşturmaktadır. Örneklemdeki öğrencilerin; ilk ve ortaöğretim okulları da dikkate alınarak gösterilen cinsiyete göre dağılım grafiği, Şekil 2.1 de görülmektedir.



Şekil 2.1: Örneklem grubunun cinsiyete göre dağılımı

2005-2006 Eğitim-Öğretim yılında ilköğretim birinci kademesi olarak adlandırabileceğimiz ilk 5 sınıf yapılandırmacı öğrenme kuramı doğrultusunda öğrenim görmeye başlamışlardır. 2005-2006 öğretim yılından itibaren kademeli olarak tüm ilköğretimde program ve anlayış değişikliğine gidilecektir. Bizim çalışmamızda yer alan 7 ve 8. sınıf ilköğretim öğrencileri ile ortaöğretim öğrencileri davranışçı kuramlar doğrultusunda bir öğrenim görmüşlerdir.

Seçilen örneklem grubunda yer alan okullar ve öğrencilerin bu okullara göre dağılımı Tablo 2.1 de verilmiştir.

Tablo 2.1: Örneklem grubunda yer alan okullar ve öğrencilerin okullara göre dağılımı

Düzy	Okul kodu	yerleşim merkezi	Açıklama	Sayı
İlköğretim	1	Merkez ilçe	OKS sınavlarına göre başarı seviyesi yüksek, velilerin sosyo-ekonomik düzeyi yüksek	77
	2	Merkez ilçe	OKS sınavlarına göre başarı seviyesi orta, velilerin sosyo-ekonomik düzeyi orta	38
	3	Merkez ilçe	OKS sınavlarına göre başarı seviyesi yüksek velilerin sosyo-ekonomik düzeyi yüksek MLO okulu	31
	4	Merkez ilçe	OKS sınavlarına göre başarı seviyesi orta, velilerin sosyo-ekonomik düzey düşük	21
	5	Merkez ilçe	OKS sınavlarına göre başarı seviyesi yüksek, velilerin sosyo-ekonomik düzeyi yüksek	9
	6	Merkez ilçe	OKS sınavlarına göre başarı seviyesi yüksek, velilerin sosyo-ekonomik düzey düşük	9
	7	Merkez ilçe	OKS sınavlarına göre başarı seviyesi yüksek, velilerin sosyo-ekonomik düzeyi orta	39
	8	Sındırgı	Sosyo-ekonomik düzey düşük, OKS sınavlarına göre başarı seviyesi düşük, Taşımali eğitim veren okul	59
	9	Merkez köy	Sosyo-ekonomik düzey orta, OKS sınavlarına göre başarı seviyesi orta, Taşımali eğitim veren okul	59
	10	Kepsut	Sosyo-ekonomik düzey düşük, OKS sınavlarına göre başarı seviyesi düşük, Taşımali eğitim veren okul	98
Toplam				441
Ortaöğretim	1	Merkez ilçe	Normal lise	131
	2	Merkez ilçe	Anadolu Lisesi	165
	3	Merkez ilçe	Normal lise	6
	4	Merkez ilçe	Endüstri Meslek Lisesi	81
	5	Merkez ilçe	Ticaret lisesi	8
	6	Susurluk	Süper lise ve Normal Lise	74
	7	Kepsut	Çok Programlı Lise	14
Toplam				479

## **2.3 Veri Toplanması**

Çalışmanın birinci ve ikinci bölümü için örneklem grubundaki ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerine “günümüzde geçerli olan atom modelini zihinlerinde nasıl canlandırdıkları” sorusu sorularak, bir şekil çizmeleri ve bu şekil üzerindeki her ayrıntının adlandırılması istenmiştir. Ayrıca çalışmanın üçüncü bölümünde öğrencilerin zihinsel modellerini etkilediğini tahmin ettiğimiz ders kitaplarında bulunan atom modelleri ve model oluşturma etkinlikleri gruplandırılmıştır. İlköğretim ders kitapları Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanıp öğrencilere dağıtılan kitaplardan seçilmiştir. ortaöğretim ders kitapları örneklem grubumuzu oluşturan okullarda yaygın olarak kullanılan kitaplardan seçilmiştir.

## **2.4 Veri Analizi**

Veri analizinde literatürdeki benzer çalışmalardan yola çıkılarak değerlendirme ölçekleri hazırlanmıştır. Bu amaçla öncelikle veri analizleri iki grupta toplanmıştır. İlki “Zihinsel modellerin benzeşim modellerine göre sınıflandırılması” ikincisi “zihinsel modellerin tarihsel modellere göre sınıflandırılması”. Her bir grup için değerlendirme ölçeğinin oluşturulması aşağıda ayrı ayrı verilmiştir.

Öğrencilerin çizimleri ilköğretim öğrencileri için ayrı, ortaöğretim öğrencileri için ayrı olmak üzere hazırlanan değerlendirme ölçekleri doğrultusunda gruplandırılmıştır. Bu gruplandırmalar sayesinde ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri birbiriyle kıyaslanmıştır.

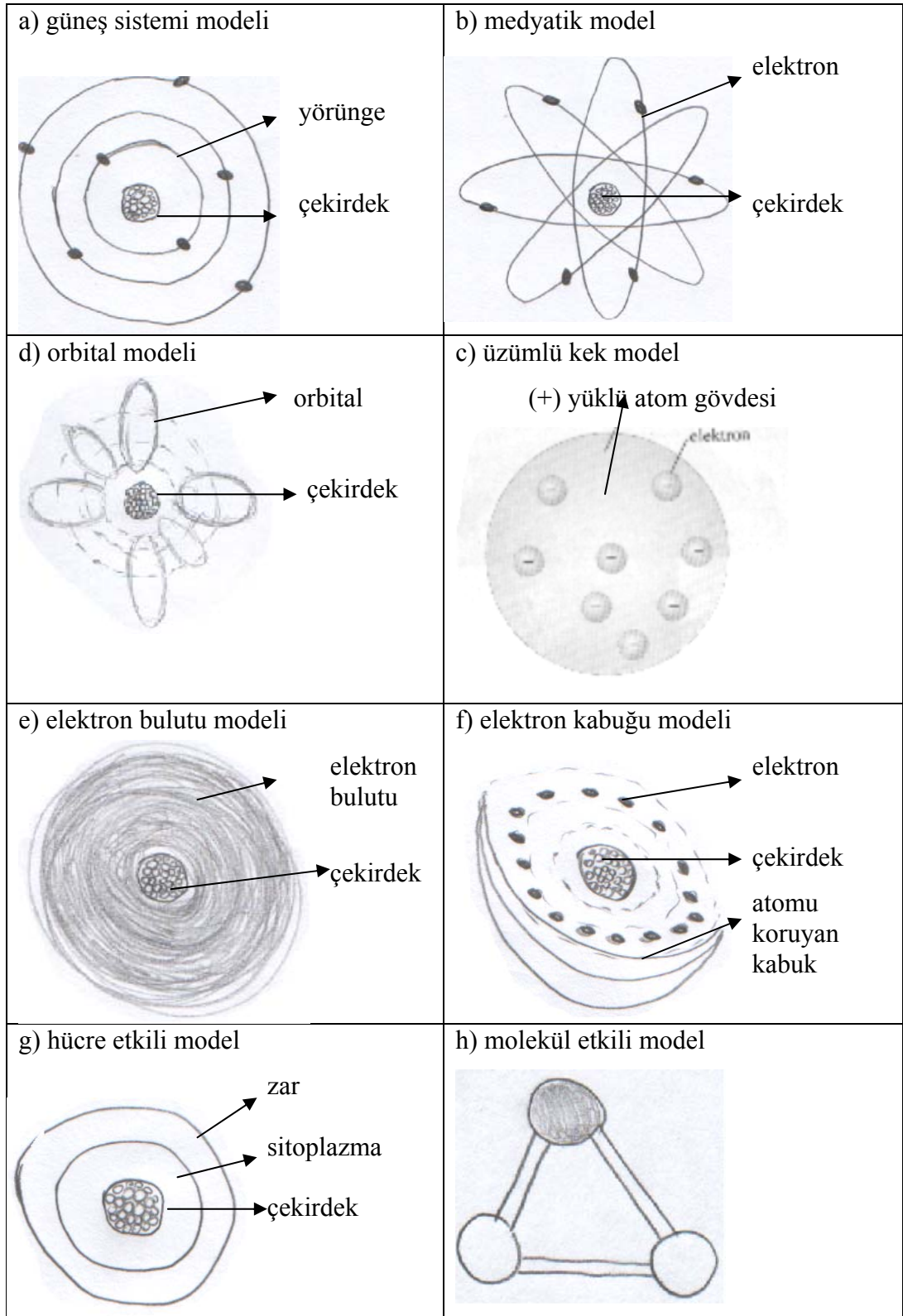
### **2.4.1 Öğrencilerin Zihinsel Modellerinin Benzeşim Modellerine Göre Analizi**

Öğrencilerin zihinsel modellerine ait çizimler önce, atom konusu anlatılırken öğretmenler tarafından kullanıldığı literatürde gözlenen benzeşim modellerine göre gruplandırılmıştır.

Harrison ve Treagust (1996), ortaöğretim öğrencilerine beğendikleri ve en beğenmedikleri modelleri seçip gruplandırmaları için; güneş sistemi modeli (solar system model), medyatik model (orbits model), çok yörüngeli medyatik model (multiple orbits model), orbital modeli (orbitals model), elektron bulutu modeli (electron clouds model), top modeline (ball model) göre bir değerlendirme ölçeği hazırlamışlardır [10]. Bizim çalışmamızda karşımıza, Harrison ve Treagust'un (1996) çalışmasında yer almayan üzümlü kek modeli, elektron kabuğu modeli, hücre etkili model ve molekül etkili model çıkmıştır. Bunun yanında top modeli ve çok yörüngeli medyatik modele rastlanmamıştır. Bu doğrultuda öğrencilerin zihinsel modellerinin benzeşim modellerine göre sınıflandırılması amacı ile hazırlanan değerlendirme ölçeği Şekil 2.2 de verilmiştir.

Öğrencilerin atom modeli çizimleri Şekil 2.2 de görülen güneş sistemi modeli, medyatik model, üzümlü kek modeli, elektron bulutu modeli, orbital modeli, elektron kabuğu modeli, hücre etkili model gibi derslerde kullanılan benzeşimlerden etkilenen modellerle, molekül etkili model gibi derslerde benzeşim olarak kullanılmadığı halde diğer konu ve derslerden öğrencilerin kendiliğinden etkilenecek yapılandırdıkları modeller değerlendirme ölçeğinde yer almıştır.

Hücre etkili modelde öncelikle, öğrencilerin çizimlerinin analizinde, zar, sitoplazma gibi hücreye ait kavramların yer alıp almadığına bakılmıştır. Şekiller birbirinden farklılıklar gösterebilmektedir. Yine elektron kabuğu modelinde de öncelikli olarak öğrencilerin “atomu koruyan kabuk” veya sadece “kabuk” terimlerini kullanıp kullanmadığına bakılmıştır. Bu modelde de şekiller değişiklik gösterebilmektedir. Ancak öğrenci çizimlerinde Şekil 2.2 f de görülen meyveye benzeten bu şekil çok fazla yer aldığı için değerlendirme ölçeğinde yer verilmiştir. Molekül etkili modelde öğrenciler seçtikleri herhangi bir molekülün top ve çubuk modelini, atom modeli adı altında çizmektedirler. Molekül modeli ile atom modelini birbirine karıştırmaktadırlar.



Şekil 2.2: Atomun yapısı ile ilgili benzeşim modelleri

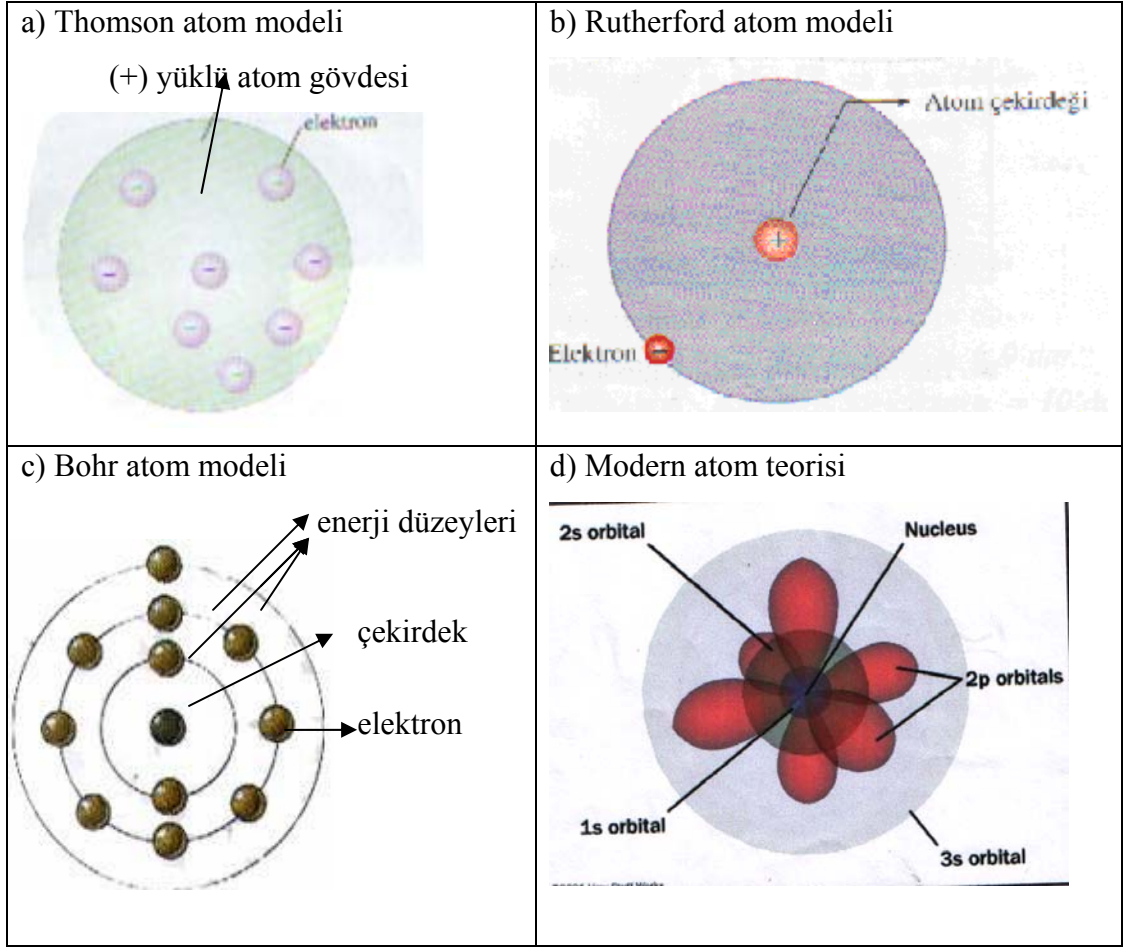
Bazı öğrencilerin zihinsel modellerinin hiçbir benzeşim modeline uymadığı görülmüştür. Bu modeller “diğer” başlığı altında analiz edilmiştir. Bunun yanında birkaç benzeşimden etkilenilerek yapılan zihinsel modeller de, etkilenilen benzeşimlerin isimleriyle gruplandırılmıştır.

Öğrencilerin çizimleri tek tek incelenmiş, ilköğretim öğrencilerinin çizimleri ayrı, ortaöğretim öğrencilerinin çizimleri ayrı olmak üzere yukarıdaki değerlendirme ölçeği doğrultusunda analiz edilmiştir.

#### **2.4.2 Öğrencilerin Zihinsel Modellerinin Tarihsel Modellere Göre Analizi**

Bu bölümde öğrencilerin zihinsel modellerine ait çizimler, atomun tarihsel modellerine ve günümüzde geçerli olan modern atom teorisine göre gruplandırılmıştır. Atom ile ilgili tarihsel gelişimin ve modern atom teorisinin ilköğretimde ve ortaöğretimdeki öğrencilerin zihinsel modellerini ne düzeyde etkilediğini belirlemek amacıyla atomun tarihsel modelleri ve modern atom teorisini kapsayan değerlendirme ölçeği hazırlanmıştır. Öğrencilerin zihinsel modellerinin analizi atomun tarihsel modellerine göre sınıflandırılması amacı ile hazırlanan değerlendirme ölçeği Şekil 2.3 de verilmiştir.

Öğrencilerin atomun yapısı hakkındaki zihinsel modelleri çizimlerinin analizi sırasında Şekil 2.3 de verilen 4 gruptaki tarihsel modellerden etkilenerek zihinsel modellerini yapılandırdıkları gözlenmiştir.



Şekil 2.3: Atomun tarihsel modelleri

Öğrencilerin bazıları sadece bir tarihsel modelden değil birkaç tarihsel modelden etkilenerek karışık kavramları kullanmış ve zihinsel modellerini yapılandırmışlardır. Bu tipte birkaç tarihsel modelden etkilenilerek yapılan zihinsel modeller de, etkilenilen tarihsel modellerin isimleriyle adlandırılmıştır. Örneğin “Rutherford+Thomson atom modeli” gibi...

Örnekleme grubundaki öğrencilerin zihinsel modelleri gruplandırılırken, alternatif benzeşim modeli atomun tarihsel modelleri ile değerlendirilmiştir. Örneğin benzeşime göre gruplandırıldığında “üzümlü kek modeli” olarak adlandırılan zihinsel model, atomun tarihsel modeline göre gruplandırıldığında “Thomson atom modeli” olarak adlandırılmıştır. “Üzümlü kek” benzeşimi Thomson atom modelinin tarifi sırasında kolaylaştırmak amacıyla kullanıldığından birbirinin alternatifi olarak yer verilmiştir. Aynı şekilde “Orbital modeli” Modern



Atom Teorisinin, “Güneş sistemi modeli” Rutherford ve Bohr atom modelinin alternatifi olarak kullanılmıştır.

Medyatik model, elektron bulutu modeli, elektron kabuğu modeli, hücre etkili model, molekül etkili model gibi hiçbir tarihsel modellerle uyuşmayan, sadece benzeşim kökenli zihinsel modeller “sadece benzeşim etkili” adıyla ayrı bir kategoride anılmıştır. Ancak hiçbir tarihsel model veya benzeşim modeline uymayan zihinsel modeller ise “diğer” grubu altında toplanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, birinci bölümünde değerlendirilip, gruplandırılan çizimlerin frekans-yüzde değerleri esas alınarak oluşturulan veriler, pasta grafiğe dönüştürülmüştür. Grafikler birbirleriyle karşılaştırılarak ilköğretim öğrencileri ile ortaöğretim öğrencilerinin benzeşime göre ve atomun tarihsel modellerine göre zihinsel modelleri ağırlıkları birbiriyle kıyaslanmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ilköğretim ve ortaöğretimde kullanılan ders kitapları analiz edilerek kitap kapağı ve içeriğinde bulunan atom modelleri ve model oluşturma etkinlikleri belirlenmiştir.

### 3. BULGULAR

#### 3.1 Öğrencilerin Zihinsel Modelleri

##### 3.1.1 İlköğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Benzeşim Modelleri Analizine Ait Bulgular

Tablo 3.1 de örneklem grubunda yer alan İlköğretim öğrencilerinin içerik analizi sonunda elde edilen zihinsel modellerinin frekans ve yüzde dağılım değerleri verilmektedir.

Tablo 3.1: İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki zihinsel modellerinin benzeşim modellerine göre sınıflandırılmasına ait bulgular

Zihinsel modeller	Frekans	Yüzde(%)
Güneş sistemi modeli	231	52,3
Medyatik model	104	23,8
Elektron kabuğu modeli	3	0,7
Hücre etkili model	10	2,3
Üzümlü kek+ güneş sistemi modeli	30	6,8
Medyatik+ güneş sistemi modeli	12	2,7
Orbital+ güneş sistemi modeli	1	0,2
Diğer	50	11,3
<b>Toplam</b>	<b>441</b>	<b>100</b>

Tablo 3.1 de görüldüğü gibi ilköğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri çizimlerinde oldukça büyük bir çoğunluğun % 52,3 ünün “güneş sistemi modelini”

tercih ettikleri gözlenmiştir. İlköğretim öğrencilerinin güneş sistemi modeli çizimlerinde bazıları, “Rutherford atom modelinde” olduğu gibi, elektronları rasgele sayı ve düzende yörüngelere yerleştirirken, bazıları ise “Bohr atom modelinde” olduğu gibi belirli düzene göre yerleştirmişlerdir.

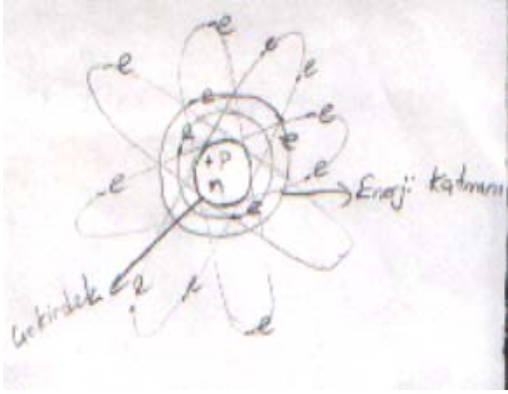
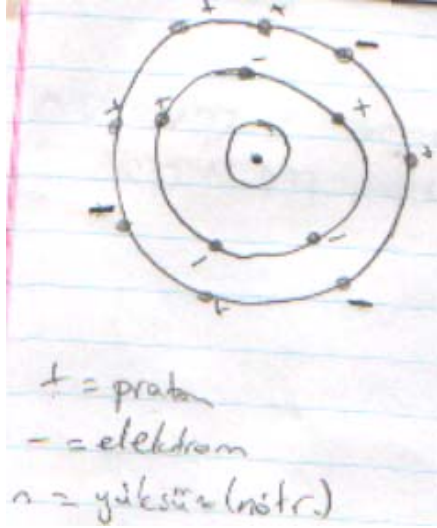
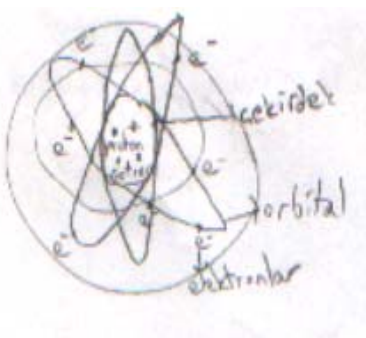
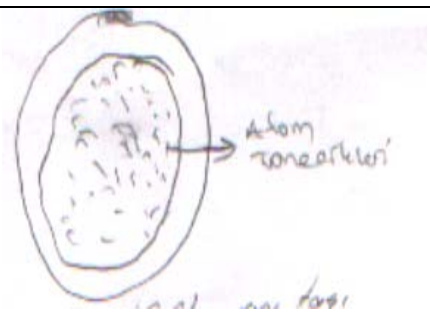
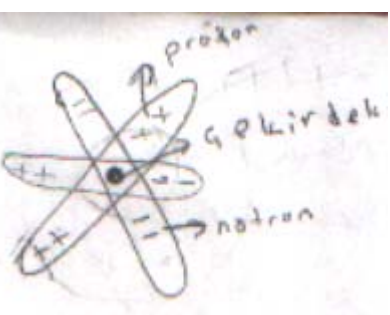
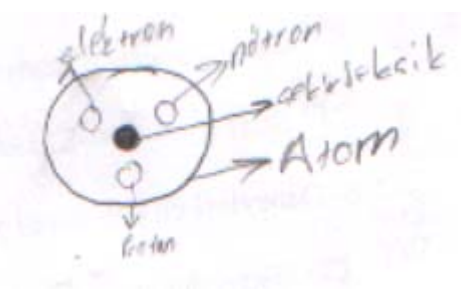
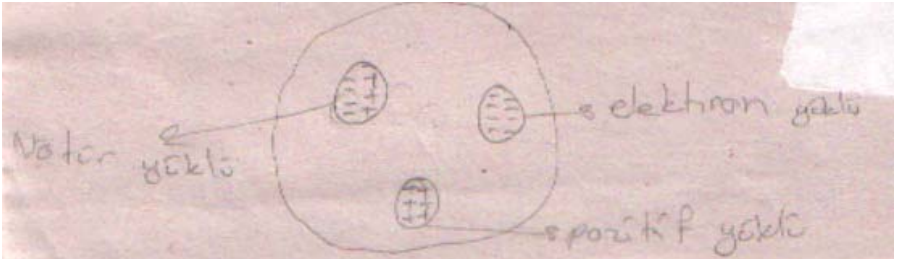
Öğrenciler güneş sistemi modelinden sonra ağırlıklı olarak % 23,8 i internet, televizyon, ders kitabı kapağı gibi görsel materyallerde karşımıza çok çıkan ve bazı öğretmenler tarafından da kullanılan “medyatik modeli” çizmişlerdir.

Elektron kabuğu modelini çizen öğrencilerden birkaçının çizimlerinde “atomu koruyan kabuk” gibi notlara rastlanmıştır. Hücre etkili modelde de hücre kavramlarını atom modellerinde kullanmanın yanında şekil olarak da hücreyi çizen öğrencilere rastlanmıştır.

Tablo 3.1 de görüldüğü gibi, ilköğretim öğrencilerinin zihinsel model çizimlerinde, değerlendirme ölçeğinde bulunan üzümlü kek modeli, orbital modeli, elektron bulutu modeli ve molekül etkili modeller yer almamıştır. Ancak değerlendirme ölçeğinde yer almayan, iki farklı modelin özelliklerinin birbirine karıştırılmasıyla oluşan hibrit modeller ve hiçbir atom modeline uymayan modeller yer almıştır. Bu tip modeller Şekil 3.1 de örneklendirilmiştir.

İlköğretim öğrencilerinin % 6,8 i “güneş sistemi modeli” ile “medyatik modelin” karışık bir görüntüsünü oluşturarak Şekil 3.1 a da örneklenen zihinsel modelleri çizmişlerdir. Çekirdek etrafında bulunan yörüngeleri hem “güneş sistemi” benzeşiminde olduğu gibi iç içe, hem de “medyatik modelde” olduğu gibi çizmişlerdir.

Öğrencilerin atomun yapısı zihinsel modellerinde “üzümlü kek modeli” yer almazken “güneş sistemi modeli” ile “üzümlü kek modelinin” karışımı olan Şekil 3.1 b de ki çizim yer almıştır. Öğrenci güneş sistemindeki yörüngeler üzerine (+) artı ve (-) yükleri karışık bir şekilde dağıtmıştır. Çizimde ayrı bir çekirdek yer alırken, protonları bu çekirdek içine yerleştirmemiş yörüngelere dağıtmayı tercih etmiştir.

<p>a)</p> 	<p>b)</p>  <p>+ = proton - = elektron n = nötron (nötr.)</p>
<p>c)</p> 	<p>d)</p> 
<p>e)</p> 	<p>f)</p> 
<p>g)</p> 	

Şekil 3.1: Öğrencilerin zihinsel modellerine örnekler a: güneş sistemi+ medyatik model , b: güneş sistemi + üzümlü kek modeli, c: güneş sistemi+ orbital modeli, d-e-f-g: diğer

Öğrenciler tarafından en az tercih edilen atom modeli Tablo 3.1 de görüldüğü gibi % 0,2 oranla, “orbital modeli” ile “güneş sistemi modelinin” karıştırılmasıyla oluşan modeldir. Öğrenciler henüz modern atom teorisini ve orbital kavramını öğrenmedikleri halde, Şekil 3.1 c de yer alan çizimde görüldüğü gibi bir öğrenci “orbital modeli” ile “güneş sistemi modelini” iç içe kullanmıştır. Aynı model üzerinde hem p orbitallerini, hem de güneş sisteminde olduğu gibi yörüngeleri çizmiştir.

Tablo 3.1 de öğrencilerin küçümsenmeyecek oranı olan % 11,3 ünün hiçbir benzeşim modeliyle veya hiçbir tarihsel modelle uyuşmayan zihinsel modellerin gruplandığı “diğer” kategorisinde olduğunu görüyoruz. Şekil 3.1 d-e-f-g de görüldüğü gibi öğrenciler hiçbir modele uymayan çizimler yapmıştır. Şekil 3.1 d de öğrenci, dairesel bir şekil içindeki noktaların atom tanecikleri olduğunu iddia etmiştir. Yine Şekil 3.1 e de öğrenci merkezde çekirdek, etrafında “medyatik modeldeki” yörüngelere benzer yapıların içine (+) pozitif ve (-) negatif yükleri yerleştirmiş, (+) pozitif yükleri proton diye adlandırırken (-) negatif yükleri nötron olarak adlandırmıştır. Merkezde çekirdek olduğu halde, protonları çekirdek etrafına yerleştirmiştir. Şekil 3.1 f de öğrenci, ortaya çekirdekçik adını verdiği yapıyı yerleştirmiş, etrafına ise proton, nötron ve elektronu rasgele dağıtmıştır. Şekil 3.1 g de öğrenci, dairesel bir şekil içine kümelenmiş şekilde (+) pozitif, (-) negatif ve nötr yükleri yerleştirmiş, nötr olarak kabul ettiği kümede artı ve eksi yükleri birbirine eşit tutmuşlardır.

### **3.1.2 Ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Benzeşim Modelleri Analizine Ait Bulgular**

Tablo 3.2 de örneklem grubunda yer alan ortaöğretim öğrencilerinin benzeşim modellerine göre içerik analizi sonunda elde edilen zihinsel modellerinin frekans ve yüzde dağılımları verilmektedir.

**Tablo 3.2:** Ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki zihinsel modellerinin benzeşim modellerine göre sınıflandırılmasına ait bulgular

<b>Zihinsel model</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde(%)</b>
Güneş sistemi modeli	226	47,2
Medyatik model	136	28,4
Üzümlü kek modeli	11	2,3
Orbital modeli	3	0,6
Elektron bulutu modeli	9	1,9
Elektron kabuğu modeli	11	2,3
Hücre etkili model	7	1,5
Molekül etkili model	7	1,5
Üzümlü kek+ güneş sistemi modeli	29	6,1
Orbital+ güneş sistemi modeli	5	1,0
Diğer	35	7,3
<b>Toplam</b>	<b>479</b>	<b>100</b>

Tüm tarihsel modelleri ve modern atom teorisini 9. sınıfta gören ortaöğretim öğrencilerinin büyük çoğunluğu tablo 3.2 de de görüldüğü gibi en çok %47,2 oranla “güneş sistemi modelini” çizmişlerdir. Güneş sistemi modelinden sonra ikinci ağırlıklı zihinsel model % 28,4 oranı ile ders kitabı kapakları, internet gibi görsel materyallerde karşımıza çıkan “medyatik model” olmuştur. Öğrencilerin % 7,3 oranı hiçbir benzeşim ve tarihsel atom modeline uymayan “diğer” kategorisinde bulunmaktadır. En az tercih edilen atom modeli ise % 0,6 oranla modern atom teorisine benzeyen “orbital modeli”dir.

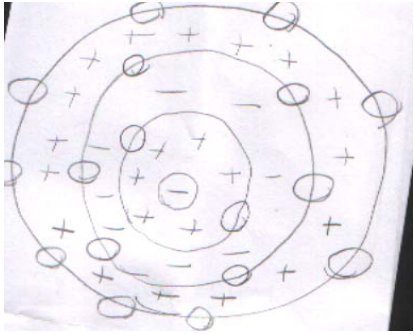
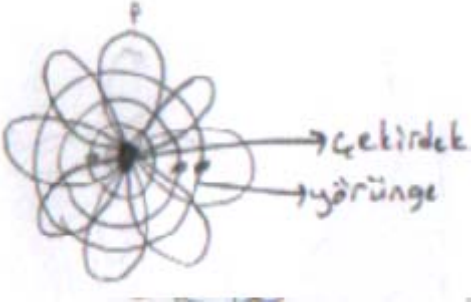
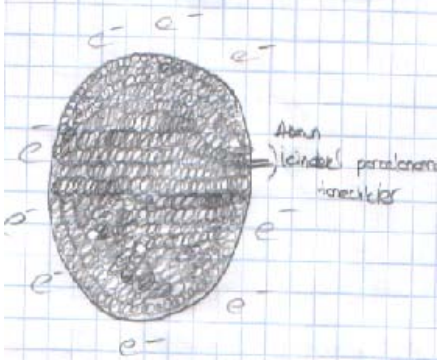
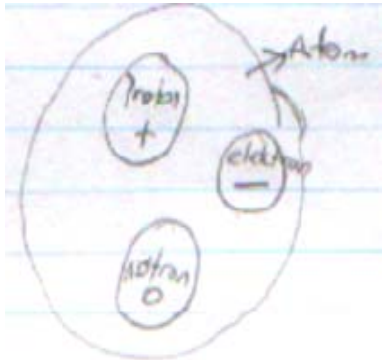
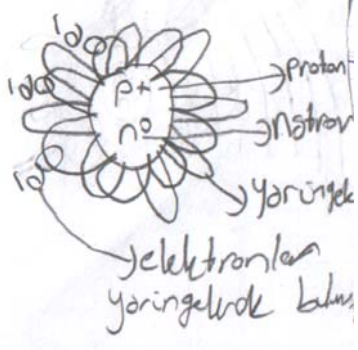
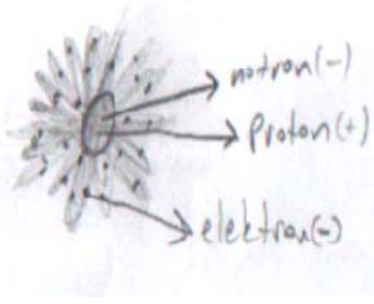
Molekül etkili modeli çizen öğrencilerin hepsi, çarpıcı bir şekilde su molekülünün “top ve çubuk modelini” çizmişlerdir.

Öğrencilerin zihinsel modellerinin analizinde, değerlendirme ölçeğimizde bulunan tüm modellere rastlanırken, ilave olarak bu benzeşim modellerinin kavram ve özelliklerinin karıştırılmasıyla oluşmuş “hibrit modeller” ile hiçbir tarihsel veya benzeşim modeline uymayan modeller de yer almaktadır. Bu modeller Şekil 3.2 de örneklendirilmiştir.

Öğrencilerin % 6,1 i hem “güneş sistemi” hem de “üzümlü kek” modelinden etkilenerek zihinsel modeller çizmişlerdir. Buna örnek olarak Şekil 3.2 a da görülen güneş sistemi modeli ile üzümlü kek modelinin bir arada kullanıldığı model verilebilir. Öğrenci, güneş sistemi üzerindeki yörüngeler üzerine, gezegene benzeyen yapıları yerleştirmiş ancak, pozitif (+) ve negatif (-) yükleri de model üzerine rasgele dağıtarak hem “üzümlü kek” hem de “güneş sistemi” benzeşim modellerinden etkilendiğini göstermiştir.

Şekil 3.2 b de yine farklı iki benzeşim modelinden etkilenilerek çizilen bir başka model de “güneş sistemi modeli” ile “orbital modeli”nin kavramlarının karıştırılarak çizildiği görülmektedir. Öğrenci hem güneş sistemindeki gibi yörüngeleri hem de p orbitallerini zihinsel modelinde göstermiştir.

Benzeşim modellerinin ve atomun tarihsel modellerinin hiçbirine uymayan, “diğer” grubunda toplanan zihinsel modeller Şekil 3.2 c,d,e,f de görülmektedir. Şekil 3.2 c de görülen modelde; öğrenci, içinde parçalanamayan taneciklerin bulunduğu oldukça büyük dairesel bölge, etrafında ise daha küçük bir alanda yer alan elektronları çizmiştir. Şekil 3.2 d de dairesel bir alan içinde (+) pozitif yüklü proton, (-) negatif yüklü elektron ve 0 yüklü olarak ifade ettiği nötronu rasgele yerleştirmiş, herhangi bir çekirdekten söz etmemiştir. Şekil 3.2 e de öğrenci, merkezde proton ve nötronun bulunduğu çekirdek etrafında ise orbitallere benzeyen yörünge diye adlandırılan iç içe geçmiş yapılarda elektronların yer aldığını çiziminde göstermiştir. Şekil 3.2 f de öğrenci, merkezde artı yüklü proton ile eksi yüklü nötronun yer aldığı çekirdek, etrafında ise yine eksi yüklü elektronların yer aldığı düzensiz yapılar çizmiştir.

<p>a)</p> 	<p>b)</p> 
<p>c)</p> 	<p>d)</p> 
<p>e)</p> 	<p>f)</p> 



**Şekil 3.2:** Öğrencilerin zihinsel modellerine örnekler a: üzümlü kek+güneş sistemi modeli, b: orbital+ güneş sistemi modeli, c-d-e-f:diğer

### 3.1.3 İlköğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Atomun Tarihsel Modelleri Analizine Ait Bulgular

Tablo 3.3 de örneklem grubunda yer alan ilköğretim öğrencilerinin içerik analizi sonunda elde edilen zihinsel modellerinin atomun tarihsel modellerine göre gruplandırılması sonucu elde edilen frekans ve yüzde dağılım değerleri verilmektedir.

**Tablo 3.3:** İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki zihinsel modellerinin tarihsel modellere göre sınıflandırılmasına ait bulgular

Zihinsel model	Frekans	Yüzde(%)
Rutherford Modeli	126	28,6
Bohr atom modeli	105	23,8
Thomson+ Rutherford modeli	30	6,8
Modern atom + Rutherford modeli	1	0,2
Benzeşim+ Rutherford modeli	12	2,7
Sadece benzeşim etkili	117	26,5
Diğer	50	11,3
<b>Toplam</b>	<b>441</b>	<b>100</b>

Tablo 3.3 de görüldüğü gibi öğrenciler tarafından en çok çizilen atom modeli “Rutherford atom modeli”dir. Bu öğrenciler, ortada çekirdek ve onun etrafında daha geniş bir alanda elektronların rasgele yörüngelerde dolaştığına inanmaktadırlar. İkinci tercih edilen tarihsel atom modeli ise % 23,8 ile “Bohr atom modeli”dir. Yani

öğrenciler merkezde çekirdek ve çekirdek etrafında belirli enerji düzeylerinde, belirli sayıda elektronların dolaştığına inanmaktadırlar.

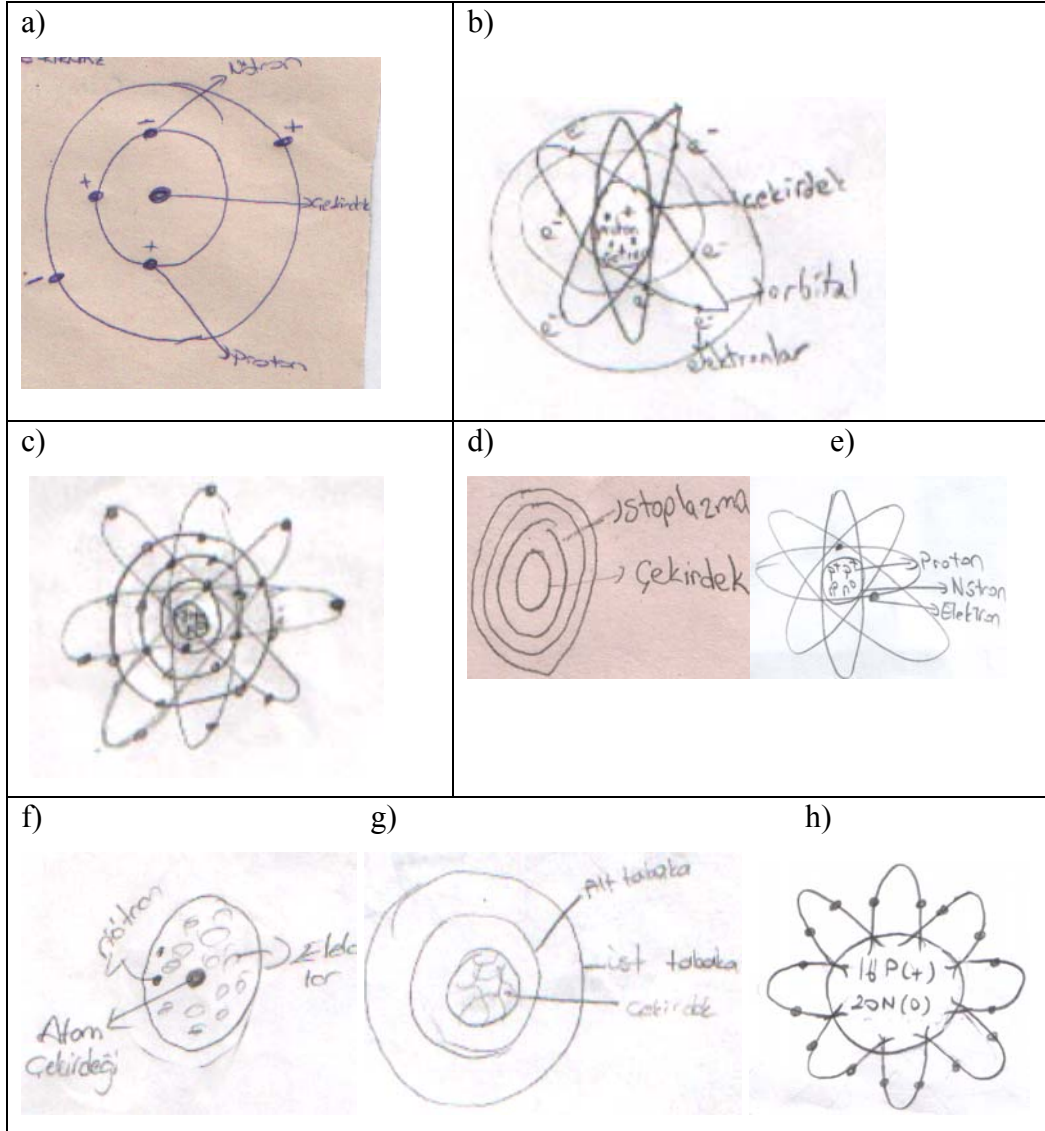
İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinde “Thomson atom modeli” ve “Modern atom teorisi” tek başına yer almamıştır.

Öğrencilerin çizimlerinde değerlendirme ölçeğinde bulunmayan birkaç tarihsel modelin hibritleştirilmesiyle elde edilmiş modeller, sadece benzeşim etkili modeller ile hiçbir benzeşim veya tarihsel modele uymayan modellerde yer almıştır. Bu modeller Şekil 3.3 de örneklendirilmiştir.

Tablo 3.3 den görüldüğü gibi İlköğretim öğrencilerinin % 6,8 i “Thomson atom modeli” ile “Rutherford atom modeli”nin kavram ve özelliklerini birbirine karıştırarak hibrit bir model oluşturmuşlardır. Öğrencilerin atomun yapısı zihinsel modellerinde “Thomson atom modeli” yer almazken, “Rutherford atom modeli” ile “Thomson atom modeli”nin karışımı olan Şekil 3.3 a da ki çizim yer almıştır. Öğrenci, yörüngeler üzerine (+) artı ve (-) eksi yükleri karışık bir şekilde dağıtmıştır. Çekirdekten söz etmiş fakat artı yükleri çekirdek içine yerleştirmemiştir.

İlköğretim öğrencileri tarafından en az tercih edilen model ise % 0,2 oran ile “modern atom teorisinin” ve “Rutherford atom modelinin” kavramlarının karıştırılmasıyla oluşmuş “modern atom+ Rutherford atom modeli”dir. İlköğretim öğrencileri henüz modern atom teorisini öğrenmedikleri halde Şekil 3.3 b de yer alan çizimde görüldüğü gibi bir öğrenci, çiziminde hem yörüngeleri, hem de p orbitallerini aynı çizimde kullanmıştır.

Öğrencilerin % 2,7 si ise “Rutherford atom modeli” ile benzeşimlerin karışık bir görüntüsünü oluşturarak Şekil 3.3 c de görülen “Benzeşim+Rutherford atom modeli”ni zihinsel modelleri olarak çizmişlerdir. Modelde yörüngeler hem medyatik modeldeki hem de Rutherford atom modelindeki gibi çizilmiştir. Hem tarihsel modelden hem de benzeşim modelinden aynı anda etkilenme söz konusudur.



**Şekil 3.3:** İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modellerine örnekler: a: Rutherford atom modeli + Thomson atom modeli, b: Rutherford atom modeli+ modern atom etkili model, c: Benzeşim+Bohr atom modeli, d: sadece benzeşim etkili e,f,g: diğer

Öğrencilerin zihinsel modellerinin atomun tarihsel modellerine göre gruplandırılmasında, tarihsel modellerle bağdaştırılmayan sadece benzeşim etkili zihinsel modeller de karşımıza çıkmıştır. Bu modellerin oranı % 26,5 ile

küçümsenmeyecek düzeydedir. Şekil 3.3 d ve e de görülen modeller buna örnek olarak verilebilir. Şekil 3.3 d de görülen zihinsel modelde öğrenci, iç içe çizdiği çemberleri çekirdek ve sitoplazma olarak adlandırmıştır. Atomun çekirdeği ile hücre çekirdeğini birbirinin yerine kullanmış, hücre kavramlarını (sitoplazma) atom kavramları ile karıştırmıştır. Buradaki zihinsel model, sadece benzeşimden etkilenen bir modeldir. Şekil 3.3 e de görülen model “medyatik model” benzeşimine uymakta, yani yine hiçbir tarihsel modelle bağdaşmamaktadır.

Çalışmamızda % 11,3 oranı ile karşımıza çıkan modeller hiçbir tarihsel atom modeline veya benzeşim modeline uymayan “diğer” grubundaki modellerdir. Şekil 3.3 f,g ve h de görülen zihinsel modeller buna örnek olarak verilebilir. Şekil 3.3 f de öğrenciler, dairesel bir şekil ortasına çekirdeği yerleştirmiş, ancak etrafına rasgele elektron ve nötronları dağıtmıştır. Şekil 3.3 g de öğrenci, ortaya çekirdek yerleştirmiş etrafına ise alt tabaka, üst tabaka diye adlandırdığı yapıları çizmiştir. Şekil 3.3 h de öğrenci, ortaya çekirdek ve içine proton ve nötronları yerleştirmiştir. Hatta proton ve nötronların sayılarını da kendisi belirleyip yazmıştır. Ancak çekirdek etrafına elektronları, medyatik modeldeki yörünge veya p orbitallerine benzeyen düzensiz yapılar içine yerleştirmiştir.

### **3.1.4 Ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Atomun Tarihsel Modelleri Analizine Ait Bulgular**

Tablo 3.4 de örneklem grubunda yer alan ortaöğretim öğrencilerinin içerik analizi sonunda elde edilen zihinsel modellerinin atomun tarihsel modellerine göre frekans ve yüzde dağılım değerleri verilmektedir.

Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin analizinde en çok tercih edilen tarihsel model “Rutherford atom modeli”dir. Öğrencilerin % 25,5’i ortada çekirdek ve onun etrafında daha geniş bir alanda elektronların rasgele yörüngelerde dolaştığına inanmaktadırlar. İkinci ağırlıklı olarak tercih edilen tarihsel model ise % 21,7 oranla “Bohr atom modeli”dir. Yani öğrenciler merkezde çekirdek ve

çekirdek etrafında belirli enerji düzeylerinde, belirli sayıda elektronların dolaştığına inanılmaktadır.

**Tablo 3.4:** Ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki zihinsel modellerinin tarihsel modellere göre sınıflandırılmasına ait bulgular

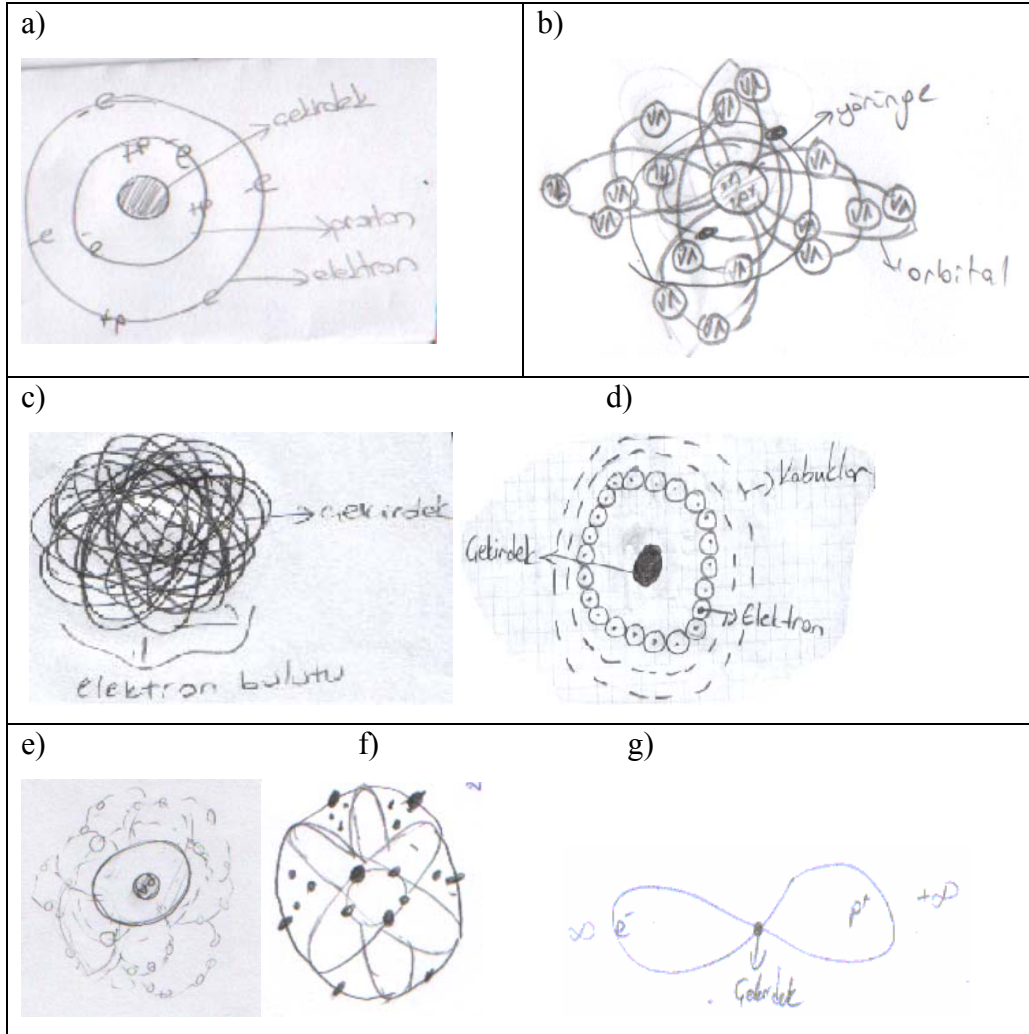
<b>Zihinsel model</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde(%)</b>
Rutherford Modeli	122	25,5
Bohr atom modeli	104	21,7
Thomson modeli	11	2,3
Modern atom	3	0,6
Thomson+ Rutherford modeli	29	6,1
Modern atom + Rutherford modeli	5	1,0
Sadece benzeşim etkili	170	35,5
Diğer	35	7,3
<b>Toplam</b>	<b>479</b>	<b>100</b>

Ortaöğretim öğrencilerinin çizimlerinde, günümüzde geçerli olan modern atom teorisi % 0,6 oranla en az düzeyde yer almıştır. Pozitif (+) yüklü atom gövdesi içine rasgele dağılmış elektronların bulunduğu “Thomson atom modeli”ni tercih eden öğrenci grubu % 2,3 dır.

Öğrencilerin çizimlerinde değerlendirme ölçeğinde bulunmayan birkaç tarihsel modelin hibritleştirilmesiyle elde edilmiş modeller, sadece benzeşim etkili modeller ve hiçbir benzeşim veya tarihsel modele uymayan modellerde yer almıştır. Bu modeller Şekil 3.4 de örneklendirilmiştir.

Ortaöğretim öğrencilerinin % 6,1 i “Rutherford atom modeli” ile “Thomson atom modeli”nin kavram ve özelliklerini karıştırarak yeni bir hibrit model yapılandırmışlardır. Şekil 3.4 a da görüldüğü gibi öğrenci, enerji düzeyindeki

yörüngeler üzerine hem (+) artı yüklü protonları, hem (-) eksi yüklü elektronları dağıtmıştır.



**Şekil 3.4:** Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerine örnekler a: Rutherford atom modeli + Thomson atom modeli, b: Rutherford atom modeli+ modern atom etkili model, c-d: sadece benzeşim etkili model, e-f-g: diğer

Öğrencilerin % 1'i, 9. sınıf Kimya dersinde gördüğü "Rutherford atom modeli" ile "modern atom teorisini" iç içe kullanmıştır. Şekil 3.4 d de yer alan çizimde görüldüğü gibi öğrenci modern atom teorisinde bulunan orbitalleri ve Rutherford atom modelinde bulunan yörüngeleri aynı atom modelinde çizmiştir.

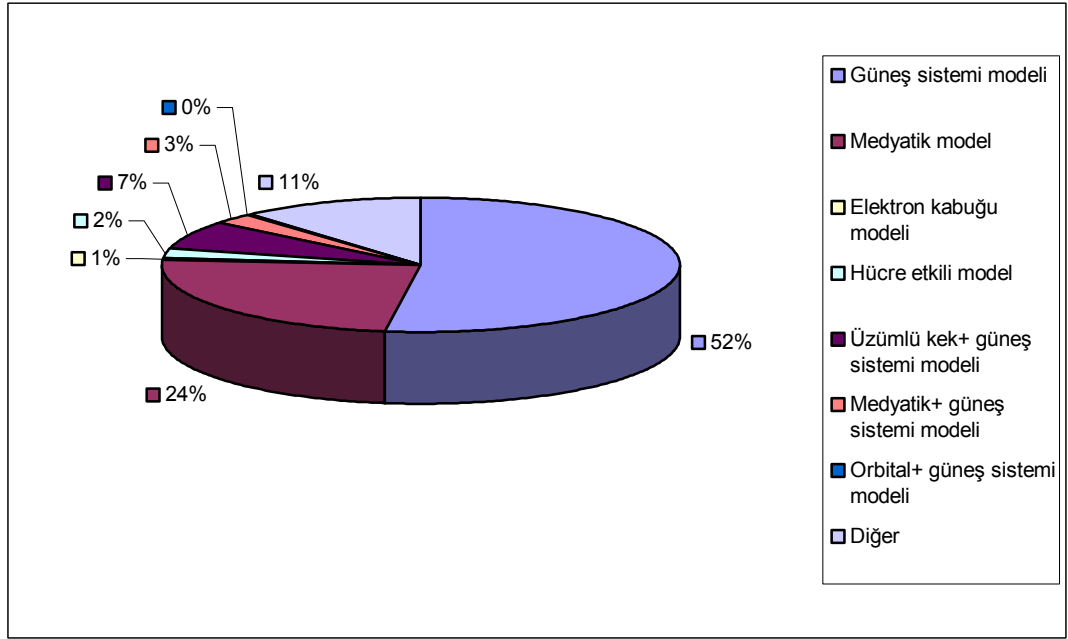
Buraya kadar öğrencilerin zihinsel modelleri atomun tarihsel modellerinden etkilenen çizimleri vurguladık. Ancak öğrenciler hiçbir tarihsel modele uymayan sadece benzeşim kökenli modelleri de çizimlerine yansıtmışlardır. Tablo 3.4 de görüldüğü gibi “sadece benzeşim etkili” modeller % 35,5 oranla öğrencilerin çizimlerinde çok büyük ağırlığa sahiptir. Şekil 3.4 c de görüldüğü gibi öğrenci, ortada çekirdek etrafında ise elektron bulutunu çizimine yansıtmış, yani elektron bulutu benzeşiminden etkilendiğini modelinde simgelemiştir. Yine şekil 3.4 d de görülen zihinsel modelde öğrenci, ortaya çekirdek etrafına rasgele elektronları yerleştirmiş, ancak elektronların dışında kabukların olduğunu iddia etmiştir. Yine burada da elektron kabuğu benzeşimi ön plana çıkmaktadır.

Yine çalışmamızda % 7,3 oranla karşımıza çıkan modeller, hiçbir tarihsel atom modeline veya benzeşim modeline uymayan modellerdir. “diğer” grubu altında toplanan zihinsel modellerdir. Şekil 3.4 e de görülen zihinsel modelde öğrenci, ortaya içinde proton ve nötronun bulunduğu çekirdeği, etrafına ise çiçek yapraklarına benzeyen iç içe geçmiş düzensiz yapıların bulunduğu şekilleri bunun üzerine ise elektronları yerleştirmiştir. Şekil 3.4 f de öğrenci, ortaya çekirdeğe benzer yapı, yanına medyatik modeldeki yörüngelere benzeyen çizimler ve bunların etrafını saran dairesel bir çizim yapmıştır. Tüm bunların üzerine noktalar halinde hangi tanecik olduğu bilinmeyen noktaları yerleştirmiştir. Şekil 3.4 g de öğrenci, bir düzlemdeki orbitallere benzeyen yapıyı çekirdeğin iki tarafına yerleştirmiş, bu yapıların birinin eksi sonsuza ( $-\infty$ ) değerinin artı sonsuza ( $+\infty$ ) uzandığını ve birinde proton diğerinde elektronun bulunduğunu belirten bir çizim yapmıştır.

### **3.2 İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Karşılaştırılmasına Ait Bulgular**

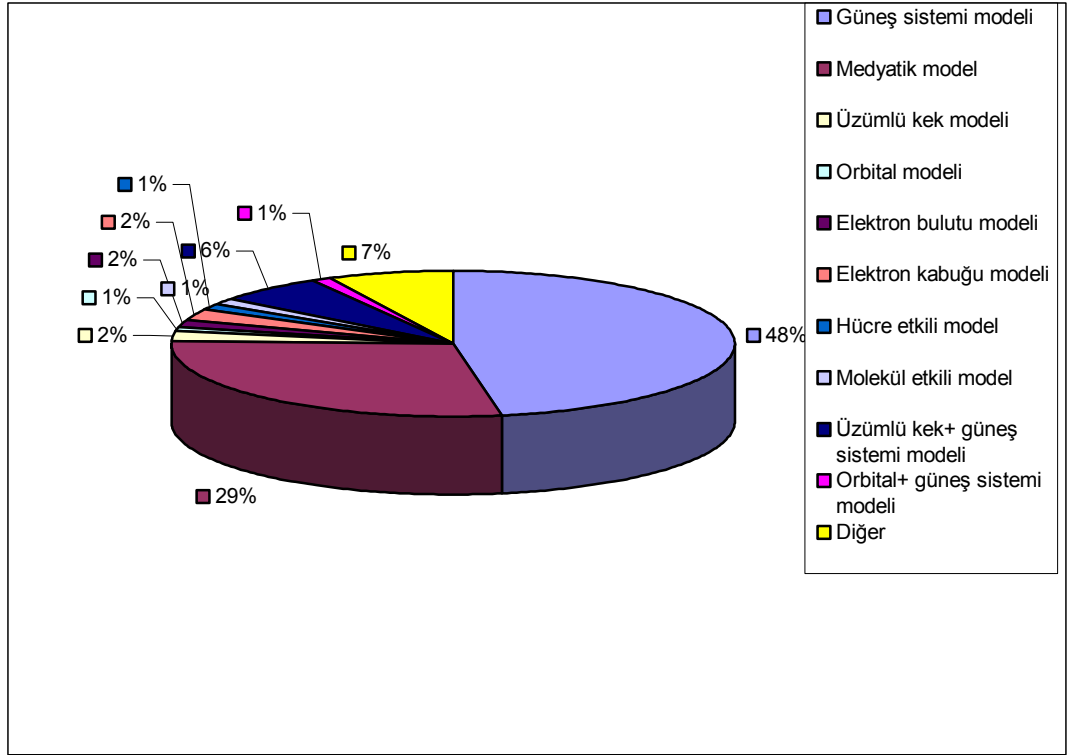
#### **3.2.1 İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Benzeşim Modellerine Göre Karşılaştırılmasına Ait Bulgular**

İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı hakkındaki zihinsel modelleri benzeşim modellerine göre gruplandırıldığında Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 da ki grafikler ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3.5: İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin benzeşim modellerine gruplandırılmasına ait bulgular





**Şekil 3.6:** Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin benzeşim modellerine göre gruplandırılmasına ait bulgular

Her iki grafik de incelendiğinde hem ilköğretimde hem de ortaöğretimde öğrencilerin büyük çoğunluğunun çizdikleri zihinsel model, güneş sistemi modelidir. Güneş sistemi modeli, ilköğretim öğrencilerinde % 52, ortaöğretim öğrencilerinde % 48 lik oranlarla her iki grupta da en çok etkilenilen benzeşim modelidir. Her iki düzeyde de en çok etkilenilen benzeşim modeli, birbirine paralel sonuç vermiştir.

Her iki öğrenci grubunda da ikinci olarak çok etkilenilen benzeşim modeli ise medyatik modeldir. Burada dikkatimizi çeken konu ise ortaöğretim öğrencilerinde medyatik model % 29 luk bir paya sahipken ilköğretim öğrencilerinde % 24 luk paya sahip olmasıdır. Yani ortaöğretim öğrencileri de ilköğretim öğrencileri gibi ikinci olarak medyatik modeli tercih ederken ortaöğretim öğrencilerinde ki oranı daha yüksektir.

İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinde üçüncü olarak tercih edilen grup, hiçbir benzeşim veya tarihsel modele uymayan “diğer” başlığı altında toplanan zihinsel modellerdir. Yine dikkatimizi çeken konu

ilköğretim öğrencilerinin bu gruptaki zihinsel modellerinin ortaöğretim öğrencilerine göre daha çok olmasıdır.

İki öğrenci grubunda da yoğun olarak çizilen zihinsel modellerden biri de üzümlü kek modeli ile güneş sistemi modelinin birbirine karıştırılmasıyla oluşmuş modellerdir.

Öğrenci gruplarının her ikisinde de çizilen zihinsel modellerinin gruplanmasında ağırlıklı olarak tercih edilen benzeşim modelleri birbirine paralellik göstermektedir. Ancak ortaöğretim öğrencilerinde, ilköğretim öğrencilerinde görülmeyen bazı modeller karşımıza çıkmıştır. Bunların yüzdeleri çok düşük de olsa ortaöğretim öğrencileri tarafından tercih edilirken ilköğretim öğrencileri tarafından tercih edilmemişlerdir. Bunlar % 2 oranla üzümlü kek modeli, % 1 oranla orbital modeli, % 2 oranla elektron bulutu modeli, % 1 oranla molekül modeli etkili modeldir. İlköğretim öğrencileri tarafından tercih edilirken ortaöğretim öğrencileri tarafından tercih edilmeyen model ise medyatik model ile güneş sistemi modelinin birbirine karıştırılmasıyla oluşan zihinsel modeldir. “güneş sistemi+medyatik model” ilköğretim öğrencilerinin çizimlerinde % 3 oranında görülmüştür.

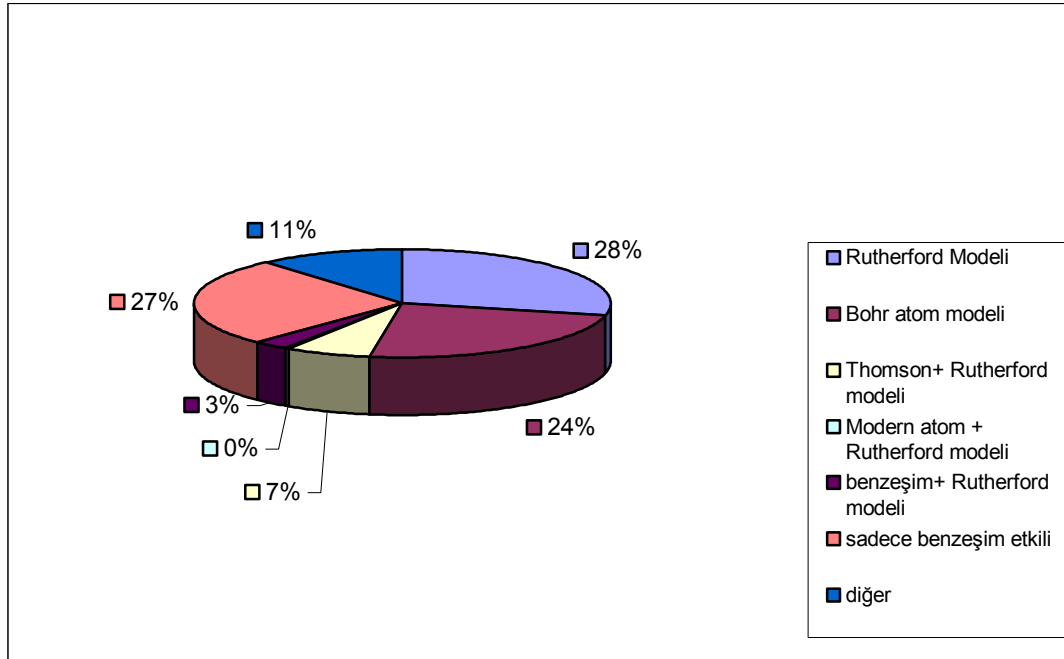
Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri birkaç küçük değişiklik dışında ilköğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri ile paralellik göstermiştir. Bunun yanında ortaöğretim öğrencilerinde zihinsel modellerin çeşitliliği, ilköğretim öğrencilerine göre daha fazladır. Ortaöğretim öğrencilerinde 11 çeşit zihinsel model karşımıza çıkarken, ilköğretim öğrencilerinde 8 çeşit zihinsel model karşımıza çıkmıştır. Zihinsel modeller benzeşim modellerine göre incelendiğinde ortaöğretim öğrencilerinin yeni benzeşimlerden de etkilendiği ortaya çıkmıştır.

### **3.1.2 İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Atomun Tarihsel Modellerine Göre Karşılaştırılmasına Ait Bulgular**

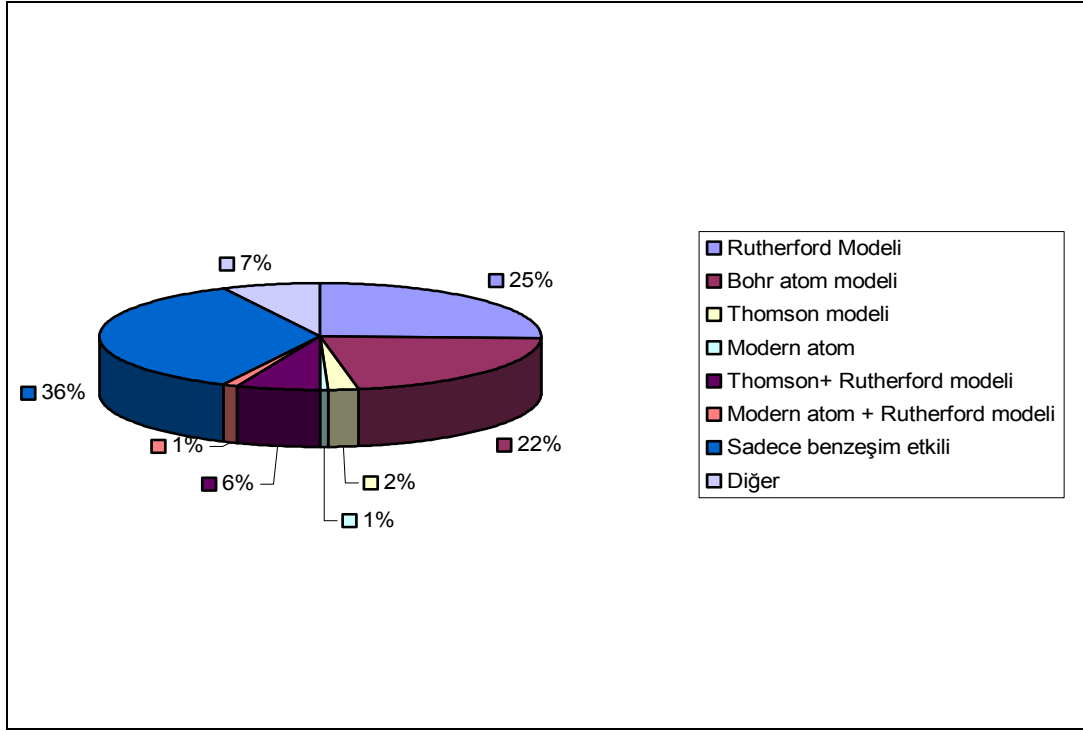
İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri atomun tarihsel modellerine göre gruplandırıldığında Şekil 3.7 ve Şekil 3.8 de ki grafikler ortaya çıkmaktadır.

Her iki grafik de incelendiğinde ilköğretim öğrencileri ve ortaöğretim öğrencilerinin çizimlerinde tarihsel model olarak en çok “Rutherford atom modelini” tercih ettikleri gözlenmektedir. İlköğretim öğrencileri % 28, ortaöğretim öğrencileri % 25 oranla zihinsel modellerini tarihsel modellerden “Rutherford atom modeline” göre yapmışlardır.

Şekil 3.7 ve Şekil 3.8 de ki grafiklere göre ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin en çok tercih ettikleri ikinci tarihsel model olarak da “Bohr atom modeli” karşımıza çıkmaktadır. İlköğretim öğrencilerinde % 24, ortaöğretim öğrencilerinde ise % 22 oranlarla öğrenciler, zihinsel modellerini “Bohr atom modeli” ile simgelemişlerdir.



**Şekil 3.7:** İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin atomun tarihsel modellerine göre gruplandırılmasına ait bulgular



**Şekil 3.8:** Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin atomun tarihsel modellerine göre gruplandırılmasına ait bulgular

Atomun tarihsel modellerinden Thomson atom modeli ile Rutherford atom modelinin karıştırılmasıyla oluşan “Thomson+Rutherford atom modeli”, her iki öğrenci grubunda da en çok tercih edilen üçüncü tarihsel model olmuştur. İlköğretim öğrencilerinde % 7, ortaöğretim öğrencilerinde % 6 oranlarla öğrencilerin zihinsel modellerin de yapılanmıştır.

Şekil 3.7 ve Şekil 3.8 de ki grafikler incelendiğinde her iki öğrenci grubunda da hiçbir tarihsel atom modeli ile uyuşmayan sadece benzeşim etkili modeller çok büyük bir orana sahiptir. Tarihsel modeller arasında yapılan sıralamada birbirine paralellik gösteren öğrenci gruplarının zihinsel modelleri, bu noktada da benzerlik taşımaktadır. İlköğretim öğrencilerinde % 27, ortaöğretim öğrencilerinde % 36 oranlarla öğrencilerin zihinsel modellerinde sadece benzeşim etkili modeller kendini göstermiştir. Bu noktada iki gruptaki bir ayrılık da ortaya çıkmaktadır. İlköğretim öğrencilerinde, tarihsel modellerle kıyaslandığında “sadece benzeşim etkili

modeller” Rutherford atom modelinden sonra ikinci sırada gelirken, ortaöğretim öğrencilerinde ilk sırada yer almaktadır. Ortaöğretim öğrencilerinde sadece benzeşim etkili zihinsel modeller, tüm tarihsel modellerden daha yüksek bir orana sahiptir. Bu noktada ortaöğretimde sadece benzeşimlerden etkilenen öğrenci oranı ilköğretimden daha fazladır diyebiliriz.

İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri incelendiğinde hiçbir tarihsel veya benzeşim modeline uymayan, “diğer” grubunda toplanan atom modelleri her iki düzeyde de yaklaşık oranlara sahiptir. İlköğretim öğrencilerinde % 11, ortaöğretim öğrencilerinde % 7 olmak üzere zihinsel modellerde yer almıştır. Ancak dikkat çeken durum ilköğretim öğrencilerinde bu oranın biraz daha yüksek olmasıdır.

İki farklı düzeydeki öğrenci grubunda grafikler incelendiğinde ortaöğretim öğrencilerinde İlköğretim öğrencilerinde rastlanmayan zihinsel modellerin ortaya çıktığı görülmektedir. Bunlar Thomson atom modeli ve modern atom teorisidir. Yine ilköğretim öğrencilerinde rastlanırken, ortaöğretim öğrencilerinde rastlanmayan model de “Benzeşim+Rutherford atom modeli”dir.

Yine her iki grafikte de dikkatimizi çeken durum, ilköğretim öğrencilerinde “modern atom teorisini” hiç yer almazken, ortaöğretim öğrencilerinde zihinsel modeller arasında en az oranda çizilen model olarak karşımıza çıkmıştır.

İlköğretim öğrencileri ile ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri atomun tarihsel modellerine göre incelendiğinde, küçük farklılıklar dışında birbirine paralellik göstermektedir. Önemli farklılık ise ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinde çeşitliliğin daha fazla olmasıdır.

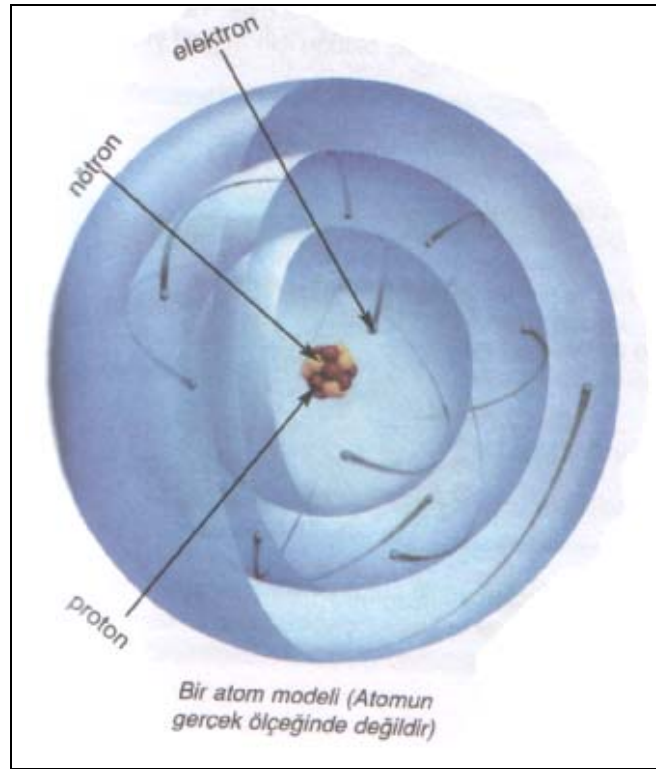
### **3.3 Ders Kitaplarının Analizine Ait Bulgular**

#### **3.3.1 Fen Bilgisi Ders Kitaplarının Analizine Ait Bulgular**

İlköğretim 4. sınıfta madde konusu sırasında sadece tanımı verilerek bahsedilen atom kavramı atom modellerinin hiçbirine değinilmeden vurgulanmıştır. İlköğretim 4. sınıfta kullanılan bir Fen Bilgisi ders kitabında herhangi bir atom modeli bulunmamaktadır [20].

İlköğretim 6. sınıfta kullanılan bir ders kitabında “Elektrik” ünitesinde negatif ve pozitif yükler anlatılmadan önce verilen atom kavramı sırasında Şekil 3.9 da görülen atom modeli yer almaktadır [21].

Şekil 3.9 de görülen atom modelinin yanında modelle ilgili herhangi bir açıklama yer almamaktadır. Modelin altında adlandırma yapılırken “bir atom modeli (atomun gerçek ölçeğinde değildir)” ifadesi kullanılmıştır.



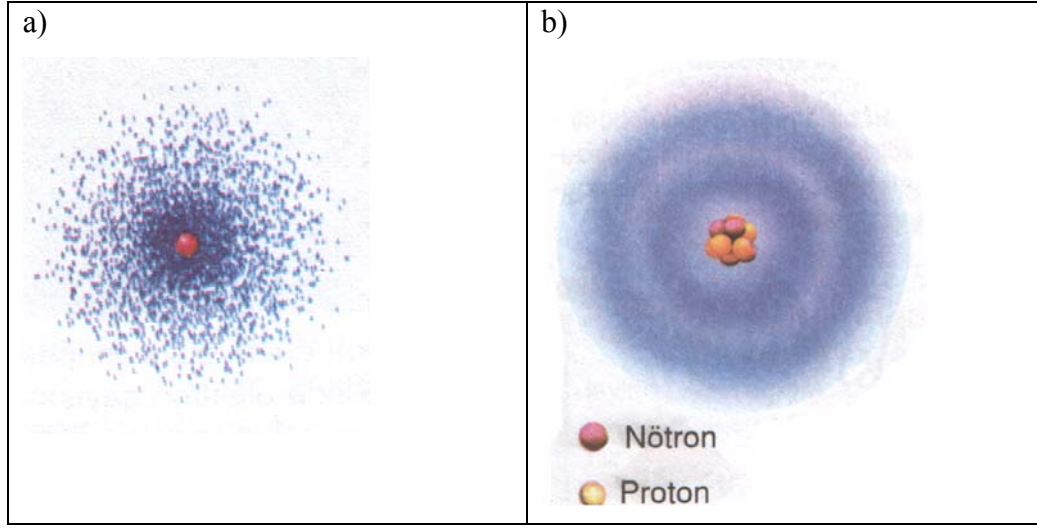
Şekil 3.9: İlköğretim 6. sınıf ders kitabında yer alan atom modeli [21]

İlköğretim 7. sınıfta kullanılan bir ders kitabında, “maddenin iç yapısına yolculuk” ünitesinin ikinci bölümünde, “atomun yapısı ve periyodik çizelge” konusu yer almaktadır. Bu konu içinde önce model oluşturma ile ilgili bir etkinlik

bulunmaktadır. Bu etkinlikte ‘‘Gizemli kutu’’ adlı deneyde retmen, bir kutunun içine öğrencilerin bilmediği cisimleri koyuyor ve öğrencilerin çeşitli gözlemler doğrultusunda kutunun içinde ne olduğunu tahmin edip, bir model oluşturmalarını istiyor. Gizemli kutu deneyinden sonra model ile ilgili şu açıklama yapılmıştır: ‘‘Atom hakkındaki bilgiler uzun yıllar dolaylı gözlemlerle elde edilmiştir. Bu araştırmalar sonucunda bilim insanları çeşitli modeller geliştirmişlerdir. Bilimde, tasarlanan bir düşünceyi tanıtarak göstermenin yada bir işlemin nasıl gerçekleştiğini açıklamanın bir yolu model oluşturma’dır. Modeller doğrudan üzerinde çalışma yapılamayan, çok büyük, çok kk yada çok uzaktaki varlıkları tanımlamada kullanılır’’ [22].

Model ve model oluşturma ile ilgili bu etkinlikten sonra kitapta atomun yapısı anlatılırken şekil 3.10 a ve b de bulunan atom modelleri, iyonlardan bahsedilirken de şekil 3.11 a ve c de bulunan atom modelleri ile şekil 3.11 b ve d de bulunan iyon yapıları bulunmaktadır. Bunun yanında aynı kitabın kapağında ise şekil 3.12 a ve b de görülen atom modelleri yer almaktadır [22].

Ders kitabında şekil 3.10 a da ki atom modelinin yanında modelle ilgili olarak ‘‘yandaki resimde günümüzde kabul edilen bir atomun modeli gösterilmektedir. Kırmızı bölüm atomun merkezidir. Merkezde atom çekirdeği yer alır. Çekirdeğin dışında negatif yüklü elektron yada elektronlar bulunur. Bu elektronlar çekirdeğin dışındaki alanda nerede bulunur?’’ açıklaması yer almaktadır. Bu model de Thomson atom modelinde olduğu gibi elektronlar çekirdeğin çevresinde rasgele dağılmış durumdadır. Bu açıklama ve model verildikten sonra elektronların rasgele dizilmediğini belirli bölgelerde yoğunlaştığını vurgulamak için elektron bulutu kavramıyla birlikte enerji düzeylerinden söz edilmektedir

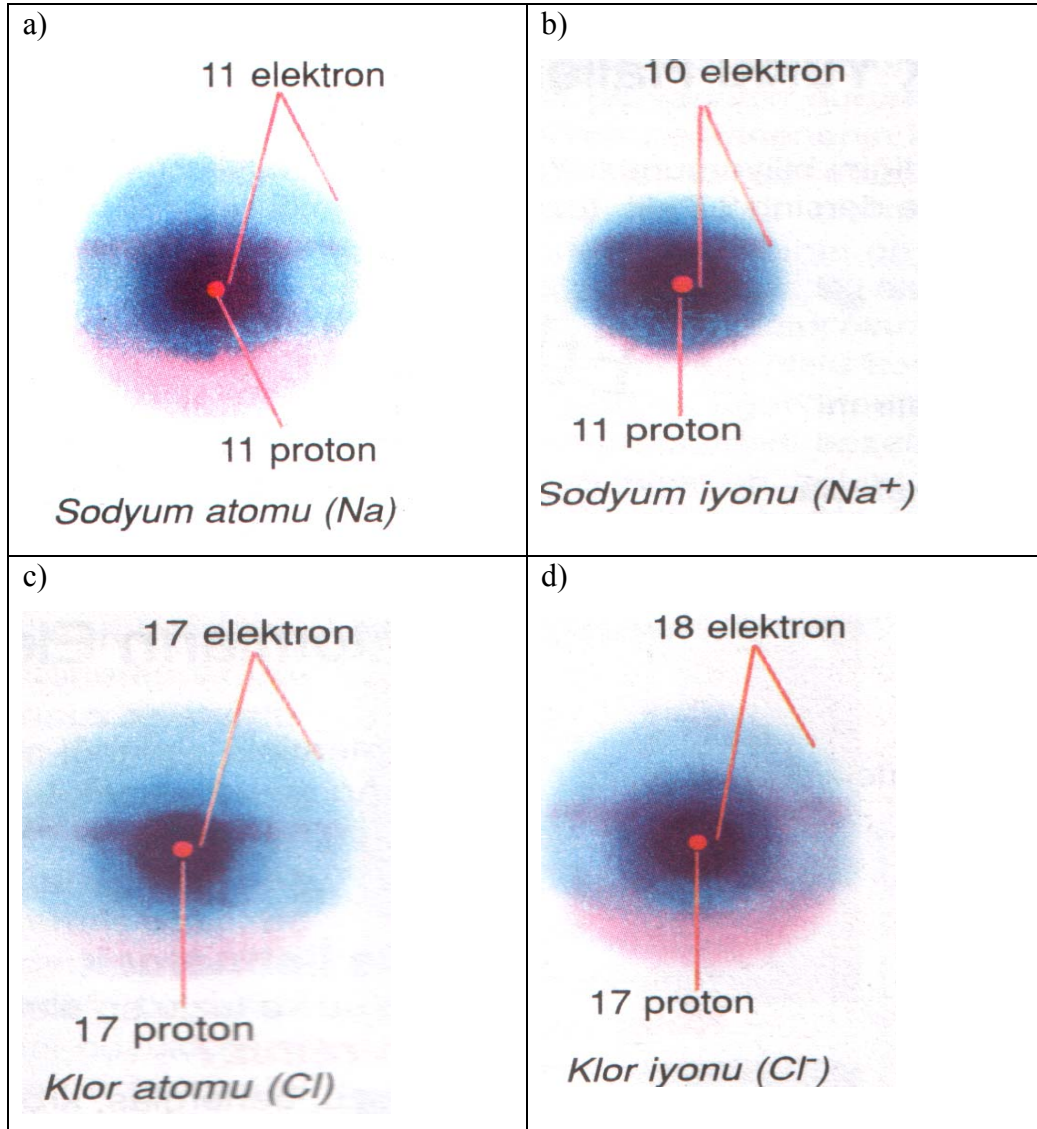


Şekil 3.10: İlköğretim 7. sınıf ders kitabında yer alan atom modelleri [22]

Şekil 3.10 b de görülen atom modelinin yanında model hakkında açıklama olarak “aşağıda birden fazla elektronu olan bir atomun modeli verilmiştir. Atom modelinde bulutun yoğunluğu her bölgede aynı mı? Bu modelde neden halkalar vardır? Modelde bulutun daha yoğun olduğu bölgelerde elektronların bulunma olasılığı daha fazladır. Bu bölgeler enerji düzeyi olarak adlandırılır. Modelde enerji düzeyleri koyu renkli halkalar şeklinde gösterilmiştir” cümleleri yer almaktadır.

Şekil 3.11 a,b,c ve d de görülen modellerin yanında modellerle ilgili herhangi bir açıklama yer almamaktadır. Sadece sodyum atomunun pozitif iyon, klor atomunun negatif iyon olduğunu ve bunların yemek tuzunu oluşturduğunu vurgulamaktadır. (İyonik bağ yapısı 8. sınıfta verilmektedir.)

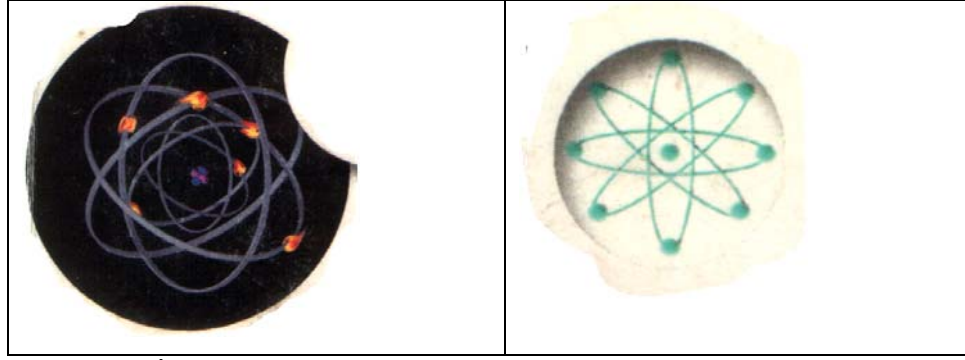




Şekil 3.11: İlköğretim 7. sınıf ders kitabı iyon konusunda yer alan atom modelleri [22]

Şekil 3.12 a ve b de görülen atom modelleri aynı kitabın kapağında yer almaktadır. Burada görüldüğü gibi her iki atom modeli de “medyatik model” benzeşimine uymaktadır.

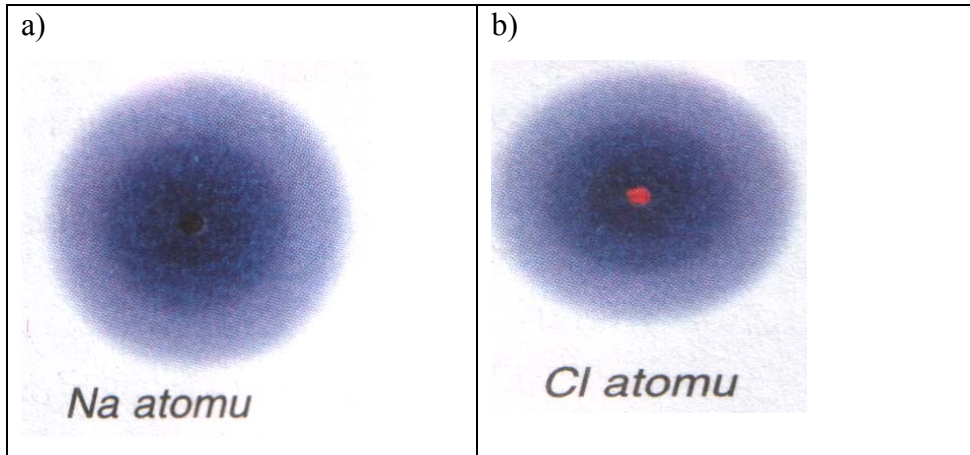
a)	b)
----	----



Şekil 3.12: İlköğretim 7. Sınıf ders kitabı kapağında yer alan atom modelleri [22]

İlköğretim 7. sınıf ders kitabında dört farklı atom modeli yer almaktadır [22].

İlköğretim 8. sınıfta kullanılan bir ders kitabında, “ Maddedeki Değişim ve Enerji” ünitesinde kimyasal bağlar ve kimyasal tepkimeler konuları verilirken ders kitabında farklı elementlerin atom modelleri bulunmaktadır. İlköğretim 8. sınıf kitabında yer alan atom modelleri Şekil 3.13 de yer almaktadır [23].



Şekil 3.13: İlköğretim 8. sınıf ders kitabında yer alan atom modelleri [23]

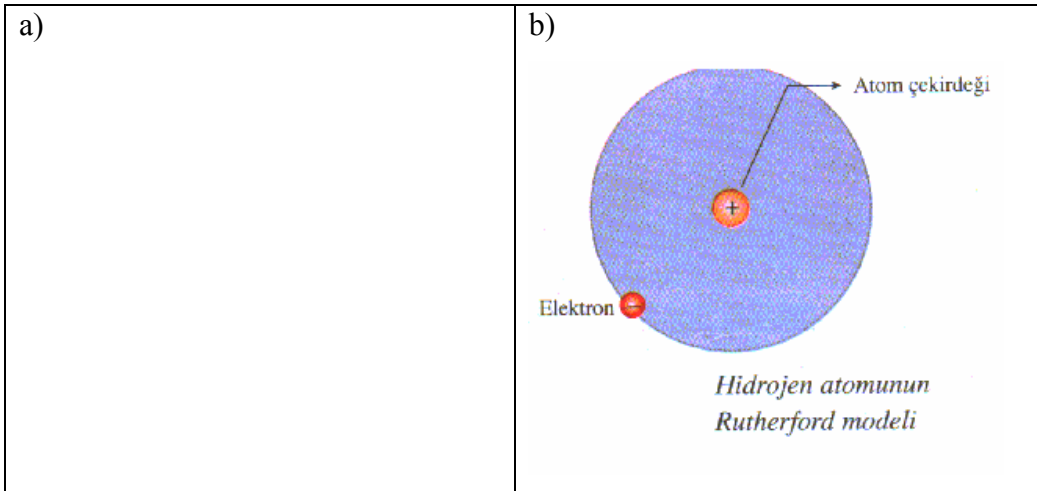
İlköğretim 8. sınıf ders kitabında da yer alan atom modelleri 7. sınıf ders kitabında olduğu gibi resmedilmiştir. Modellerle ilgili açıklama olarak “yandaki şekil Na (sodyum) ve Cl (klor) atomlarının modelleridir. Bu modellerde

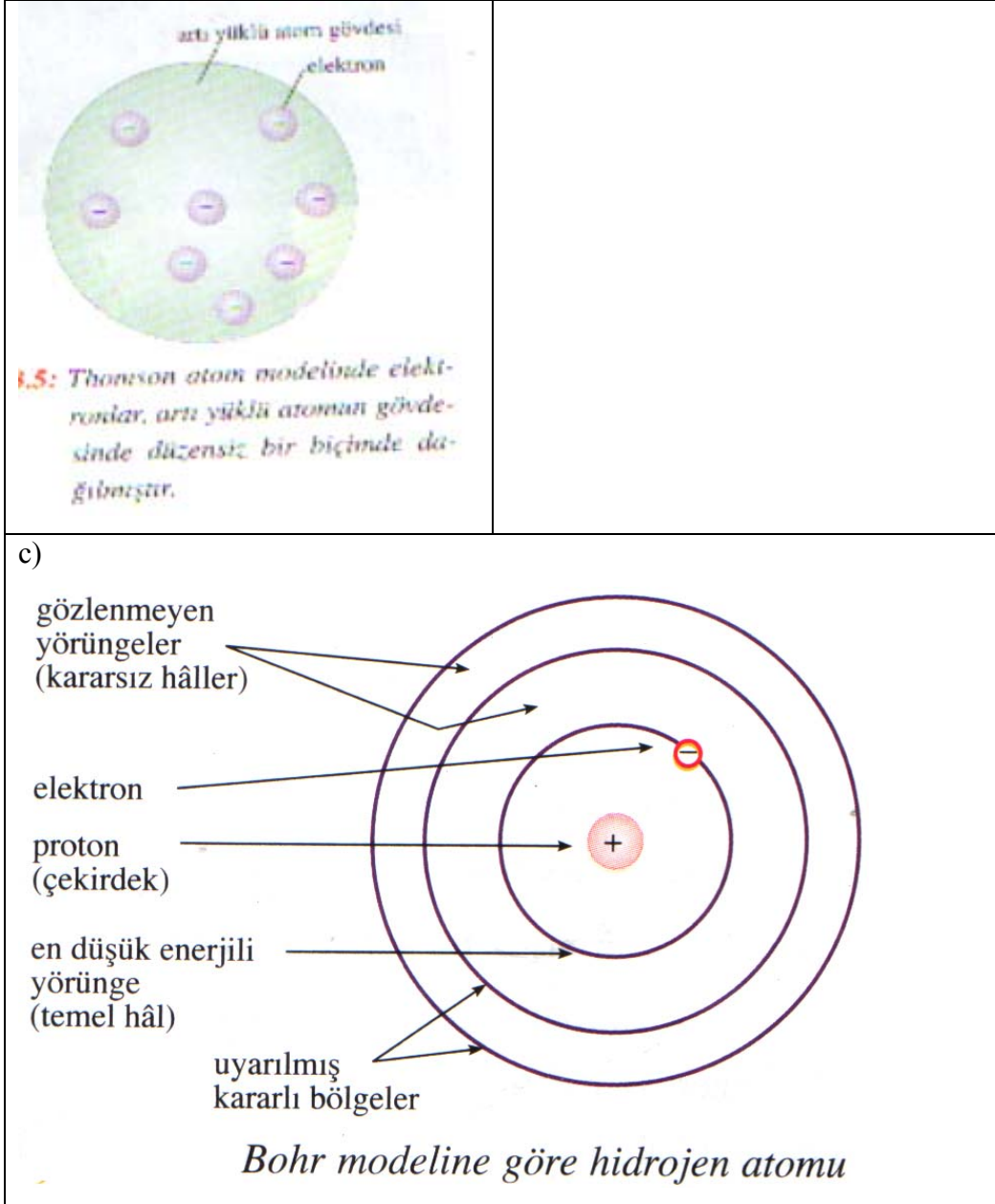
elektronların bulunduğu enerji düzeyleri bulut şeklinde gösterilmiştir.” ifadesi yer almaktadır.

### 3.3.2 Kimya Ders Kitaplarının Analizine Ait Bulgular

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından ders kitabı olarak kabul edilen bir ortaöğretim 9. sınıf Kimya kitabı analiz edildiğinde “Atomun Yapısı ve Atom Modelleri” konusundan önce “Bir Model Tasarlama” başlıklı konu bulunmaktadır. Bu bölümde atomun gözle görülemeyecek kadar küçük olduğu için modellerle açıklanması gerektiği vurgulanıp, modellerle ilgili “modeller gözlemlere dayalı akılcı ve açıklayıcı şekillerdir” açıklaması yapılmaktadır. Modellere örnek olarak güneş ve ay tutulması modeli, güneş sistemi modeli, ışığın tanecik ve dalga modeli verilmektedir. Tüm bu açıklamalardan sonra 7. sınıf kitabında yer alan etkinliğe benzer “Kapalı kutu ile bir model tasarlama” adlı deney yer almaktadır. Yine bu deneyde de içinden üç tane şiş geçen kapalı bir kutu bulunmakta ve çeşitli gözlemler sonucunda kutu içindeki cismin modeli öğrencilere çizdirilmektedir [24].

“Atomun Yapısı ve Atom Modelleri” konusunda karşımıza önce atomun tarihsel modelleri sonra ise modern atom teorisi anlatılırken vurgulanan orbitaller çıkmıştır.

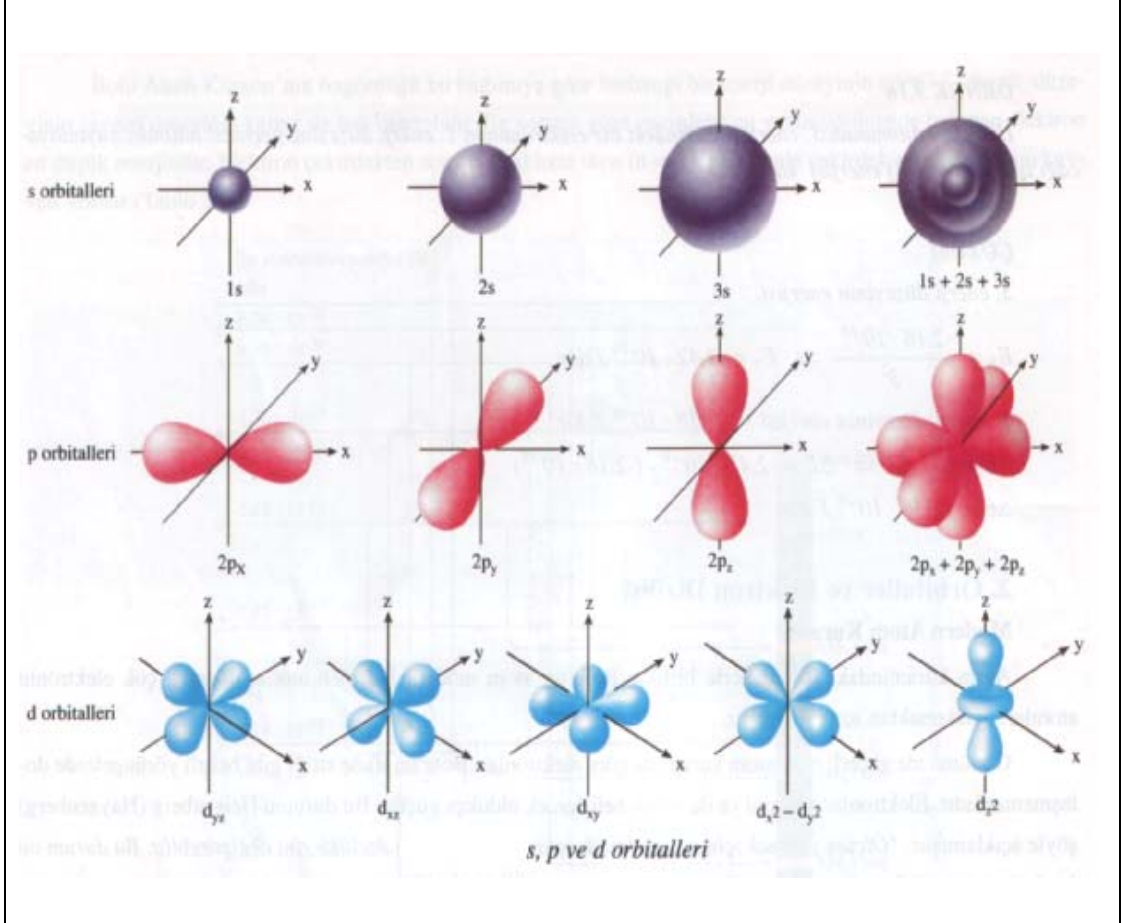




Şekil 3.14: Ortaöğretim 9. sınıf ders kitabında yer alan atom modelleri a: Thomson atom modeli, b: Rutherford tom modeli, c: Bohr atom modeli [24]

Konu anlatımı sırasında Thomson, Bohr ve Rutherford'un atom kuramları açıklanırken her birinin atom modeli Şekil 3.14 a, b ve c de görüldüğü gibi vurgulanmıştır. Thomson atom modelinin altında "Thomson atom modelinde elektronlar, artı yüklü atomun gövdesinde düzensiz bir biçimde dağılmıştır" açıklaması yer almaktadır. Bunun yanında atomun yapısı hakkında ortaya atılan bu ilk modelin bize bir karpuzu yada üzümlü keki anımsattığı metin içinde belirtilmiştir.

Rutherford atom modelinin altında “Hidrojen atomunun Rutherford modeli” açıklaması ve Bohr atom modelinin altında “Bohr modeline göre hidrojen atomu” açıklamaları yer almaktadır.

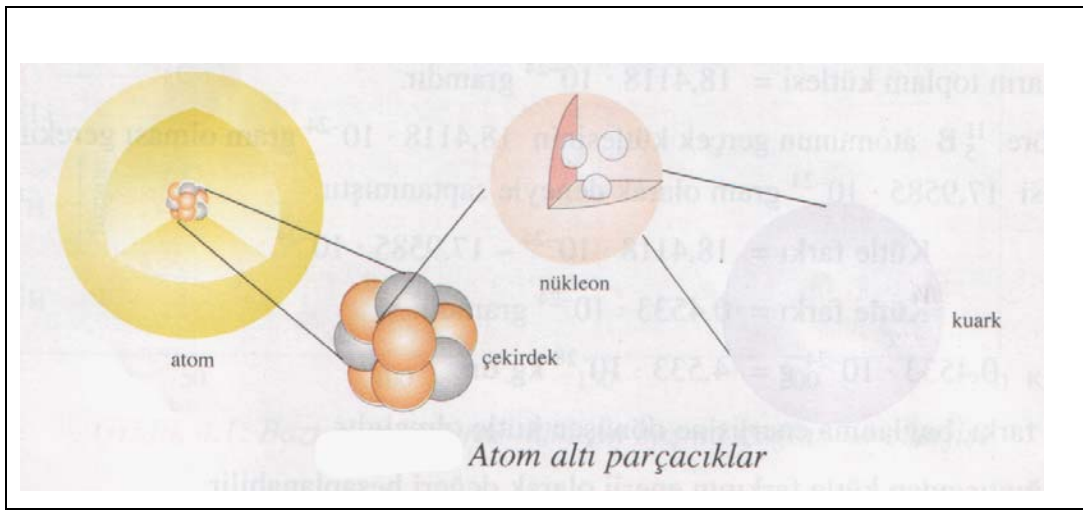


Şekil 3.15: Ortaöğretim 9. sınıf Kimya ders kitabında yer alan s, p ve d orbitalleri [24]

Bu kitaptaki konu anlatımı sırasında modern atom teorisine uygun atom modeli bulunmamaktadır. Bunun yanında sadece s, p ve d orbitallerinin gösterildiği şekil yer almaktadır. Ders kitabında orbitallerin şekli Şekil 3.15 de görüldüğü gibidir.

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından ders kitabı olarak kabul edilen bir ortaöğretim 10. sınıf ders kitabı analiz edildiğinde Bölüm 4 de Radyoaktivite Ünitesinde giriş olarak “Atom çekirdeğinin yapısı” konusu verilmektedir. Bu konu

sirasında karşımıza atom altı parçacıkları da gösteren bir model çıkmıştır. Şekil 3.16 da görülen model hakkında sadece çekirdeği ile ilgili açıklama yapılmıştır. Ders metni içerisinde “atom çekirdeğini oluşturan temel parçacıklar proton ve nötronlardır. Bu parçacıklar genellikle ayrı ayrı adları yerine her ikisi birlikte **nükleon** adıyla anılır. Günümüzde atom çekirdeğinde nükleonlar yanında atom altı tanecikler olarak gruplanan pozitron, nötrino, mezon gibi çok sayıda parçacığın da yer aldığı bilinmektedir.” Cümleleri yer almaktadır [25].

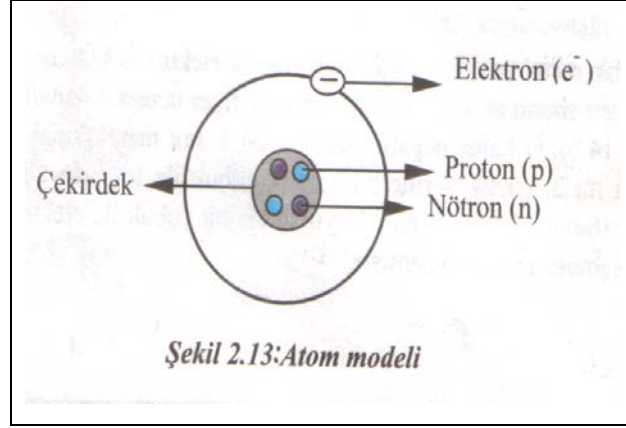


Şekil 3.16: Ortaöğretim 10. sınıf ders kitabında yer alan model [25]

### 3.3.3 Fizik Ders Kitaplarının Analizine Ait Bulgular

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından ders kitabı olarak kabul edilen bir Ortaöğretim 9. sınıf Fizik kitabı analiz edildiğinde “Madde ve Elektrik” adlı üniteye “Yükün Kaynağı Olarak Atomlar” konusunda Şekil 3.17 de görülen atom modeline yer verilmiştir. Ders metni içerisinde modelle ilgili herhangi bir açıklama yapılmamıştır.



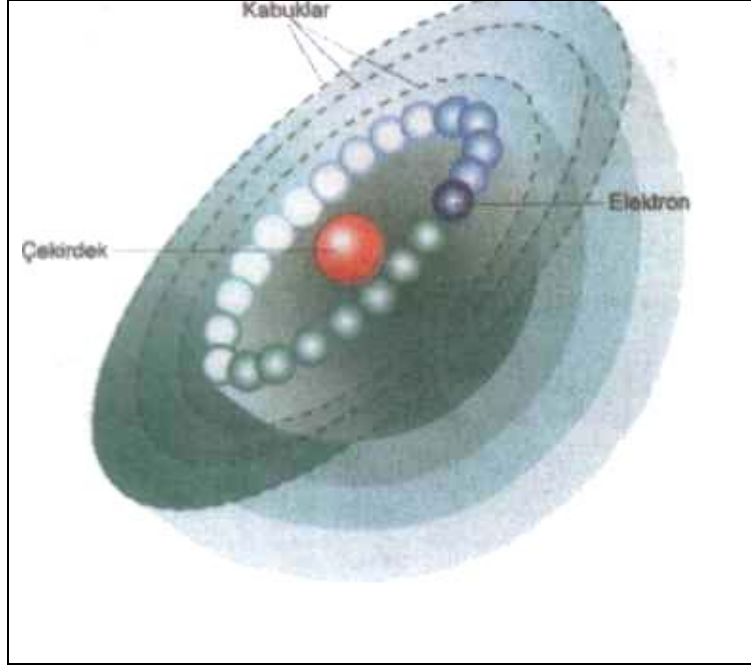


Şekil 3.17: Ortaöğretim 9. sınıf Fizik kitabında yer alan atom modeli [26]

Şekil 3.17 de görülen atom modeli Rutherford atom modeline benzemektedir. Ancak ders kitabında hangi atom modeline uygun olduğu belirtilmemiştir [26].

### 3.3.4 Biyoloji Ders Kitaplarının Analizine Ait Bulgular

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından ders kitabı olarak kabul edilen bir ortaöğretim 9. sınıf Biyoloji kitabı analiz edildiğinde “Canlıların Temel Bileşenleri” adlı bölümün girişinde Şekil 3.18 de görülen atom modeline yer verilmiştir. Ders metni içerisinde modelle ilgili herhangi bir açıklama yapılmamıştır. Modelin altında adlandırma yapılırken “bir atomun sembolik yapısı” ifadesi kullanılmıştır. Kitapta yer alan atom modeli değerlendirme ölçeğimizde de yer verdiğimiz “elektron kabuğu” benzeşim modeline uymaktadır [27].



Şekil 3.18: Ortaöğretim 9. sınıf Biyoloji Ders Kitabında yer alan atom modeli [27]



## 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

### 4.1 İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modelleri

İlköğretim ve ortaöğretim öğrencileri ders sırasında; öğretmenin, ders kitabının, öğretmenin kullandığı görsel materyallerin, derste kullanılan diğer yazılı materyallerin, sosyal çevrenin ve hazır bulunuşluklarının etkisiyle atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini yapılandırmaktadırlar. Bu zihinsel modeller derslerde ve sosyal çevrede farklı kişiler tarafından kullanılabilen benzeşim modellerinden ve atomun tarihsel modellerinden etkilenmektedir. Bu etkilenme ile ilgili ayrıntılı sonuçlar aşağıda gruplandırılmıştır.

#### 4.1.1 Benzeşim Modellerine Göre Sınıflandırılmasına Ait Sonuçlar

İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri, kullanılan benzeşimlere göre incelendiğinde, öğrencilerin hemen hemen hepsinin benzeşim ve mecazlardan etkilendiği gözlenmiştir. Öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri ders kitapları, öğretmen ve sosyal çevresi tarafından kullanılan atom modellerinden etkilenmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi ilköğretimde atom modeli verilirken, sadece merkezde çekirdek ve onun etrafında belirli enerji düzeylerinde dolanmakta olan elektronların varlığından söz edilmekte, açık ve net bir modelden bahsedilmemektedir. Bu noktada öğrencilere gösterilecek atom modeli, bir taraftan sınırlanırken, diğer taraftan da seçim öğretmene bırakılmaktadır. Öğretmenler de, öğrencilerin zihninde daha kolay canlanması açısından farklı benzeşimleri kullanmakta ve çoğunlukla atom konusuna “güneş sistemi modeli” ile başladığı tahmin edilmektedir. Bu çalışmada ilköğretim öğrencileri tarafından atomun yapısı ile ilgili en çok sahip olunan zihinsel model, “güneş sistemi modeli” ile paralellik göstermektedir. İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri ile ilgili varılan sonuçlar şu şekilde özetlenebilir.

- Bulgular doğrultusunda farklı oran ve yüzdelerde olmakla birlikte, öğrencilerin derslerde kullanılan benzeşimlerden etkilendiği ve atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini bu yönde yapılandığı düşünülebilir. Nakiboğlu ve arkadaşlarının (2002) çalışmasında da bizim çalışmamıza paralel bir şekilde öğretmen adaylarının benzeşim modellerinden etkilendiği sonucu ortaya çıkmıştır [12]. İlköğretim öğrencileri tarafından en çok etkilenen benzeşim modeli “güneş sistemi modelidir”.
- Birçok ilköğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin, internet, televizyon gibi çeşitli görsel materyallerde karşımıza çıkan yanlış resimlerle de bağlantılı olduğu görülmüştür. İlköğretim öğrencileri tarafından ikinci olarak büyük oranda tercih edilen atom modeli bu resimlerden biri olan “medyatik modeldir”.
- Ders sırasında kullanılan benzeşimlerden, her öğrenci farklı düzeyde etkilenmiştir. Bazı öğrenciler birkaç farklı benzeşimden etkilenerek yeni hibrit modeller geliştirmişlerdir. İlköğretim öğrencilerinin en çok yapılandıkları hibrit model “üzümlü kek+ güneş sistemi modeli”dir.
- İlköğretim öğrencileri, derste kullanılan benzeşimlerin yanında, başka konularda geçen kavramları da birbirine karıştırarak zihinsel modellerine yansıtmışlardır.
- İlköğretimde atomun tarihsel modelleri ve modern atom teorisi henüz anlatılmamış olmasından dolayı “üzümlü kek modeli”, “orbital, elektron bulutu modelleri” ilköğretim öğrencileri tarafından hiç çizilmemiştir.
- İlköğretim öğrencilerinin bazılarının zihinlerinde atomun yapısı ile ilgili açık ve net bir model olmadığı görülmüştür. Zihinlerinde yapılan model hiçbir benzeşim veya tarihsel modele benzememektedir.

Tüm tarihsel modelleri ve modern atom teorisini ayrıntılarıyla Kimya derslerinde gören ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel

modelleri incelendiğinde derslerde kullanılan benzeşimlerden (elektron bulutu, güneş sistemi, enerji kabuğu gibi ifadelerle çeşitli şekilsel gösterimler) etkilendiği gözlemlenmiştir. Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri ile ilgili varılan sonuçlar şu şekilde özetlenebilir.

- Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinde farklı oran ve yüzdelerde olmakla birlikte tüm benzeşim modelleri görülmüştür. Ortaöğretim öğrencilerinin derslerde kullanılabilen benzeşimlerden etkilenebileceğini düşünebiliriz. Ortaöğretim öğrencilerinin çoğunluğu ilköğretim öğrencilerinde olduğu gibi en çok “güneş sistemi modelinden” etkilenmişlerdir.
- Birçok ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin, internet, televizyon gibi çeşitli görsel materyallerde karşımıza çıkan yanlış resimlerle de bağlantılı olabilir. Ortaöğretim öğrencileri tarafından ikinci olarak büyük oranda tercih edilen atom modeli, bu resimlerden biri olan “medyatik modeldir”.
- Ortaöğretim öğrencilerinin hemen hemen hepsinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri, modern atom teorisinden farklıdır. Modern atom teorisine uyan “orbital modeli”, çalışmada en az karşımıza çıkan zihinsel modeldir.
- Bazı ortaöğretim öğrencileri karşılaştıkları birkaç benzeşimden etkilenmişler ve etkilendikleri benzeşimlerin zihinlerinde yeni bir hibrit modelini yapılandırmış olabilirler. Nakiboğlu ve arkadaşlarının (2002) çalışmasında da hibrit modellere rastlanmıştır [12]. Ortaöğretim öğrencilerinin en çok yapılandıkları hibrit model, ilköğretim öğrencilerinde olduğu gibi “üzümlü kek+ güneş sistemi modeli”dir.
- Ortaöğretim öğrencileri, derste kullanılan benzeşimlerin yanında, başka konularda geçen kavramları da birbirine karıştırarak zihinsel modellerine yansıtmışlardır. İlköğretimde Fen Bilgisi, ortaöğretimde Kimya derslerinde ayrı bir konu olarak gördükleri molekül modelleri ile atom modellerini birbirine karıştırmaktadır.

- Bazı ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinlerinde, açık ve net bir model yer almamaktadır. Tüm benzeşim ve tarihsel modellerden farklı bir yapılanma göstermişlerdir.
- Ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin ders kitaplarında bulunan yanlış modellerden etkilendiği düşünülebilir.

Her iki düzeydeki öğrencilerin çizimleri incelendiğinde zihinsel modellerinin benzeşim modellerinden etkilendiği gözlenmiştir. Tüm öğrencilerin benzeşim modellerinden olası etkilenme nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Fen öğretmenlerinin konu anlatımı sırasında, konuyu kolaylaştırmak amacıyla, benzeşim modellerini yeterli açıklamaları yapmadan kullanması.
- Derslerde kullanılan benzeşim ve mecazların hedeften farklı yapılanması. Çalışmamızda öğrencilerin “atomu koruyan kabuk” gibi ifadelerine rastlanmıştır. Burada benzeşimin hedeften farklı yapılandığını düşünebiliriz.
- Farklı görsel ve yazılı kaynaklarda, özellikle ders kitaplarında bu tip şekillere çok yer verilmesi. Fen Bilgisi 7. Sınıf ders kitabı kapağında yer alan Şekil 3.12 de ki atom modelleri buna örnek verilebilir.
- Kullanılan modellerin eksik yanları ve sınırlılıklarının öğrencilere yeterince açıklanmaması.
- Öğrencilerin modelleştirme yeteneklerinin düşük olması bu sayede modellerin doğasını anlamaması.
- Ders öğretmenlerinin kendi zihinsel modellerinin öğrencilerini etkilemesi.

#### **4.1.2 Atomun Tarihsel Modellerine Göre Sınıflandırılmasına Ait Sonuçlar**

İlköğretim öğrencileri henüz atomun tarihsel modelleri ve modern atom teorisini derste görmedikleri için öğrencilerin zihinsel modellerinde, değerlendirme

ölçeğimizde yer alan tüm tarihsel modeller yer almamıştır. İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri atomun tarihsel modellerine göre gruplandırıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin atomun tarihsel modellerinden etkilendiği görülmüştür. Öğrenciler tarafından en çok tercih edilen modeller sırasıyla “Rutherford atom modeli” ile “Bohr atom modelidir”.
- İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinde “Thomson atom modeli” ile “Modern atom teorisi” hiç yer almamıştır. Rutherford ve Bohr atom modellerinin karşımıza daha çok çıkmasının sebebi, bu iki modelin anlaşılmasının daha kolay olması, birçok yazılı materyalde bu tip modellere çok rastlanması Fen Bilgisi öğretmenlerinin tercihlerinin bu yönde olması olabilir.
- İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinde, birkaç farklı tarihsel modelden etkilenecek yapılandırılan hibrit modeller de karşımıza çıkmıştır. İlköğretim öğrencileri tarafından, bunların arasında en çok Thomson atom modeli ile Rutherford atom modelinin kavram ve özelliklerinin karışımından oluşmuş “Thomson+Rutherford atom modeli” tercih edilmiştir.
- İlköğretim öğrencilerinin bir kısmının zihinsel modelleri, hiçbir tarihsel modele uymamakta, sadece benzeşim ve mecazlardan etkilenecek yapılanmaktadır. Bu tip modeller arasında en çok karşımıza çıkan model ise “medyatik modeldir”. Burada yine sosyal çevrenin ve ders öğretmenin etkisi ön plana çıkmaktadır.

Ortaöğretim öğrencileri 9. sınıfta, eksik kalan yanları ile birlikte atomun tarihsel modellerini ve günümüzde geçerli olan modern atom teorisini görmektedirler. Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinde değerlendirme ölçeğimizde yer alan tüm tarihsel modeller yer almıştır. Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin atomun tarihsel modelleri ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Öğrenciler farklı oranları içermekle birlikte tüm tarihsel modellerden etkilenmişlerdir. Bu noktada öğrencilerin geçerliliğini yitiren tarihsel modellerin eksik kalan yanlarını ve sınırlılıklarını tam anlamıyla kavramadıklarını bu yüzden modern atom teorisi yerine tarihsel modellere yöneldiklerini düşünebiliriz.
- Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinde, tarihsel modellerden karşımıza en çok “Rutherford atom modeli”, sonra ise “Bohr atom modeli” çıkmıştır. Bunun sebebi, ders öğretmenlerinin bu modellere ağırlık vermesi veya bu modellerin daha somut ve anlaşılır olması olabilir.
- Ortaöğretim öğrencilerinin, birkaç tarihsel modelden etkilenerek yeni tip modeller de yapılandıkları görülmüştür. Bu tip modellerden karşımıza en çok çıkan, Rutherford atom modeli ile Thomson atom modelinin kavram ve özelliklerinin karışımından oluşan “Rutherford+Thomson atom modeli” dir.
- Ortaöğretim öğrencilerinin çoğunluğu atomun tarihsel modellerinden ayrı, sadece benzeşim kökenli modellerden etkilenmişlerdir. Hiçbir tarihsel modelle bağdaştırılamayan (elektron bulutu modeli, elektron kabuğu modeli, medyatik model vb.) modelleri tercih etmişlerdir. Bu bize derslerde kullanılan benzeşimlerin öğrencilerin zihninde yanlış yapılandığını gösterebilir.
- Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinde karşımıza en az çıkan atom modeli, günümüzde geçerli ve son teori olan Modern atom teorisi ile uyuşan modeldir. Öğrenciler tarafından derste görüldüğü halde en az düzeyde tercih edilmiştir. Bu noktada öğrencilerin bu teoriyi yeterince kavramadıklarını söyleyebiliriz. Harrison ve Treagust’un (1996) çalışmalarında da modern atom teorisine uyan orbital modeli en beğenilmeyen atom modeli olarak seçilerek, bizim çalışmamıza paralel sonuç vermiştir [10].

Öğrencilerin zihinsel modellerinde, tüm tarihsel modellerin, benzeşim modellerinin ve hiçbirine uymayan atom modellerinin bulunup, Modern atom Teorisinin en az düzeyde bulunmasının nedenleri ile Modern atom teorisinin doğru olarak öğrenilmesini engelleyen nedenler şu şekilde verilebilir:

- Öğrenciler için Modern atom teorisi, diğer atom modellerine göre daha ayrıntılı ve kuramsal olabilir. Bu durumda öğrenciler daha basit modellere yönelebilir.
- Öğrenciler için, orbitalleri gözünde canlandırma, üç boyutlu düşünme gerektirdiğinden diğer modellere göre daha zor olabilir.
- Ders kitapları, diğer görsel ve yazılı kaynaklarda birçok farklı atom modeline yer verilirken, modern atom teorisine uygun bir modelin gösterilmemesi. İncelediğimiz tüm ders kitaplarında modern atom teorisine uygun bir şekil yer almamaktadır.
- Ders öğretmenleri tarafından Modern Atom Teorisine uygun modeller gösterilmiyor olabilir.
- Ders öğretmenleri tarafından tarihsel modellerin yanlışlık ve eksik yanları üzerinde yeterince durulmuyor olabilir. Bu modeller birbirleriyle ilişkilendirilmeden anlatılıyor olabilir.
- Öğrencilerin modelleştirme yeteneklerinin düşük olması, model ve benzeşimlerin doğalarını bilmemeleri, derslerde ayrı bir zaman ayrılıp model, benzeşim ve mecazlar üzerine konuşulmadığı için öğrencilerin modelleri gerçeğin kopyası sanmaları olabilir.
- İlköğretimde atom konusuna, kolay kavranması açısından güneş sistemi modeli gibi atom modelleri ile başlanması ve öğrencilerin ilk öğrendikleri bu modelleri ortaöğretimde değiştirememesi.

#### **4.2 İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Karşılaştırılmasına Ait Sonuçlar**

İki farklı düzeydeki öğrenci grubu, atom konusunda derslerde işlenen konular ve konunun kapsamlılığı açısından farklı bir düzeyde olmalıdırlar. Ortaöğretim öğrencileri günümüzde geçerli olan modern atom teorisini ve atomun

tarihsel modellerini kimya derslerinde görmekteyiz. İlköğretim öğrencileri ise atom konusunda daha basit hesaplamaları yapabilecek ve daha kolaylaştırılmış olarak atomu öğrenmektedir. Bu noktada iki farklı düzeyde atom konusunda farklı zihinsel yapılanmaları olmalıdır. Bu beklentiler doğrultusunda iki farklı düzeydeki öğrencilerin zihinsel modellerinin karşılaştırılmasıyla karşımıza şu sonuçlar çıkmıştır:

- İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin, benzeşim modelleri ile atomun tarihsel modellerinden etkilenme sıra ve oranları birbirleriyle paralel sonuç vermiştir. Tüm öğrenciler derslerde kullanılan benzeşim modellerinden ve tarihsel modellerden etkilenerek zihinsel modellerini bu yönde yapılandırmaktadırlar. Öğrencileri en çok etkilendikleri benzeşim modelleri sırasıyla Güneş sistemi modeli ve medyatik modeldir. En çok etkilendikleri tarihsel modeller ise sırasıyla Rutherford atom modeli ve Bohr atom modelidir.
- İlköğretim öğrencilerinin çizimlerinde tüm benzeşim modelleri ve tüm tarihsel modeller yer almamıştır. Ortaöğretim öğrencilerinde ise değerlendirme ölçeğinde bulunan tüm modeller yer almıştır. Ortaöğretim öğrencilerinde ise zihinsel modellerdeki çeşitlilik artmıştır.
- Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri Modern atom Teorisi yönünde değişmesi beklenmesine rağmen bu öğrenciler arasında en az tercih edilen atom modeli Modern Atom Teorisi olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki sonuçlar doğrultusunda “öğrenciler, ilköğretimde sahip oldukları zihinsel modellerini ortaöğretime geldiklerinde taşımaya devam etmektedirler” diyebiliriz. Atomun tarihsel modellerini ve Modern Atom Teorisini gördükleri halde yeni karşılaşılan bilgilerin çoğunluğu eskiler değiştirilemeden yapılanmamakta, değiştirilebilen azı da yanlış benzeşim ve modeller yönünde yapılanmaktadır. Hem benzeşim modellerinde hem de atomun tarihsel modellerinde ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri, ilköğretim öğrencilerinden daha



çeşitlidir. Yani tüm benzeşim modelleri, tarihsel modeller ve bunların karıştırılmasıyla oluşmuş hibrit modellere sahiptirler. İlköğretim öğrencileri ise Üzümlü kek, elektron bulutu, Thomson atom modeli gibi modellere sahip değildirler. Ortaöğretim öğrencilerinin geçerli ve son teori olan Modern Atom Teorisi yerine bu kadar farklı çeşitteki benzeşim ve tarihsel modellere sahip olması çarpıcıdır. Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin Modern Atom Teorisi yönünde değişmesi beklenirken, en az tercih edilen model Modern Atom Teorisi modeliolmuştur. Öğrencilerin çok az bir oranı, yeni gördükleri tarihsel modelleri ve modern atom teorisi anlatılırken duydukları benzeşimleri, eski zihinsel modelleri ile karıştırarak veya yerine kullanarak zihinsel modellerini değiştirmişlerdir. Bunun dışında öğrencilerin çoğunluğu ilköğretimde sahip oldukları zihinsel modelleri ortaöğretimde de taşımaya devam etmiştir.

#### **4.3 Ders Kitaplarının Analizine Ait Sonuçlar**

İlköğretimde Milli Eğitim Bakanlığı tarafından öğrencilere dağıtılan ders kitaplarındaki atom modelleri incelendiğinde, kullanılan resimlerin geçerli ve son atom modelinden farklı olduğu ve modeller arasında tutarlılık olmadığı dikkati çekmiştir. İlköğretim ders kitaplarında her sınıfta ayrı bir atom modeli karşımıza çıkmaktadır. Hatta 7. sınıf ders kitabında 4 farklı çeşit atom modeli yer almaktadır. Kullanılan atom modelleri tam anlamıyla hiçbir tarihsel modele ve Modern Atom Teorisine uymamaktadır. Kabaca Modern Atom Teorisinin basitleştirilmiş, verilmeye çalışılmış, ancak hedeften uzaklaşmış ve araya benzeşim modelleri serpiştirilmiştir. Programda öğretmene, derste kullanılacak atom modeli için açık ve net bir açıklama yapılmazken, ders kitabında da açık ve net bir model vurgulanmamıştır. Sonuç olarak öğrenciler her basamakta farklı bir modelle karşılaşmış, farklı bir modeli özümsemeye çalışmaktadırlar.

İlköğretim ders kitaplarından sadece 7. sınıf kitabında, atom konusunda model yaratma ile ilgili bir etkinlik yer almıştır. Bunun dışında öğrencilerin modelleştirme yeteneklerini geliştirebilecek herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Aynı zamanda bu etkinliklere programda yer verilmemiştir. Daha önce belirtilen

ilköğretim müfredatının herhangi bir yerinde modelleştirme becerilerini geliştirme amaçlı bir bölüm yoktur.

Ortaöğretim ders kitapları incelendiğinde, 9. sınıfta, atomun tarihsel gelişimi anlatılırken tüm tarihsel modellere ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir. Bu kitaplarda herhangi bir benzeşim modeline yer almamıştır. Thomson atom modeli açıklanırken üzümlü kek veya karpuzla benzetilebileceği vurgulanmıştır. Günümüzde geçerli ve son teori olan Modern Atom Teorisi anlatılırken ise bu teoriye uyan bir modele yer verilmemiştir. Bunun yerine birbirinden kopuk bir şekilde s, p ve d orbitallerinin şekilleri verilmiştir. 10. sınıfta Radyoaktivite konusunda ise tüm bu modellerden farklı bir atom modeli yer almıştır. Özellikle Biyoloji ders kitabında tamamen benzeşimlere dayalı yepyeni bir atom modeline yer verilmiştir. Öğrencilerin çizimlerinde bu modele rastlanması ders kitabında yer alan bu modelden etkilenildiğini bize göstermektedir. Buradan hareketle ortaöğretim kitaplarında da en son kabul edilen atom modeline rastlanmadığı ve tam anlamıyla tutarlılık olmadığı söylenebilir.

Ortaöğretim ders kitaplarında model kavramı ile ilgili çok kısa bir açıklama yapılırken atom konusunda model yaratma ile ilgili bir etkinlik planlanmıştır. Model tasarlama konusuna öğrencilerin modelleştirme yeteneklerini geliştirme amacıyla müfredatta yer verilmiş ve ayrı bir konu olarak işlenmiştir.

Tüm bu sonuçlardan hareketle atomun yapısının doğru olarak öğretilebilmesi ve öğrencilerin zihinlerinde atomik yapı ile ilgili doğru zihinsel modellerin oluşturulabilmesi için Fen Bilgisi - Kimya öğretmenlerine, program –ders kitabı hazırlayanlara ve öğretmen yetiştirenlere şu önerilerde bulunulabilir.

Öğretmen Yetiştirenler:

- Fen Bilgisi , Kimya, Fizik ve Biyoloji öğretmenadayları atomun bu probleminden haberdar edilmeli. Bu problemin sadece atom konusunda değil, model ve benzeşim kullanılan her konuda karşılıklarına çıkabileceği vurgulanmalıdır.

- Fen Öğretmen adaylarına öğrencilerin modelleştirme yeteneklerini geliştirecek etkinlik hazırlama fırsatı verilmelidir.

#### Program-ders kitabı hazırlayanlar:

- Programda ve ders kitaplarında bilim adamları tarafından kabul edilen günümüzde geçerli ve son atom modelleri kullanılmalı, yanlış şekil ve benzeşimler kaldırılmalıdır.
- İlköğretim müfredatı ve ders kitapları için, konuyu kolaylaştırmak amacıyla, Modern Atom Teorisine temel oluşturacak açık ve net bir atom modeli belirlenmeli, ders öğretmenleri bu konuda bilgilendirilmelidir.
- Programda ve ders kitaplarında, modelleştirme yeteneğinin geliştirilmesine ve model-benzeşim kavramlarının eğitimine zaman ve fırsat sağlanmalıdır.

#### Fen Bilgisi ve Kimya Öğretmenleri:

- Derslerde yanlış benzeşim ve şekillerin kullanılmasından kaçınılmalı, gereklilik halinde, açıklama yaparak dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır.
- Derslerde, benzeşim, mecaz ve modellerin ne demek olduğu, gerçekliğin nerede başlayıp nerede bittiği konusunda öğrencilerle tartışılmalıdır. Öğrenciler modellerin sınırlılık ve faaliyet alanından haberdar edilmelidir.
- Öğrencilerin modelleştirme yetenekleri geliştirilmeli, model yaratma fırsatı verilerek bu yönde etkinlikler düzenlenmelidir.
- İlköğretim Fen Bilgisi derslerinde , anlatılan teorinin geçerliliğini yitirdiği vurgulanmalıdır.
- Ortaöğretim Kimya derslerinde atom teorileri anlatılırken; bazı teorilerin bugün geçerli olmadığı belirtilmeli, bir teoriden diğerine neden geçildiği, yeni gelen teorinin öncekinin hangi eksiklerini tamamladığı vurgulanarak öğrencinin zihninde konunun doğru olarak yapılanması sağlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

[1] Senemoğlu, N., Gelişim, Öğrenme ve Öğretim, Özsen Matbaası, Ankara, (1998), 39-94

[2] Gürol, M., “Aktif Öğrenmeyi Temel Alan Oluşturmacı Öğrenme Tasarımının Uygulanması ve Başarıya Etkisi”, Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, s:7, (2003)

[www.manas.kg/pdf/sbdpdf7/Gurol.pdf](http://www.manas.kg/pdf/sbdpdf7/Gurol.pdf)

[3] Özden, Y., Öğrenme ve Öğretme, Önder Matbaacılık, Ankara, (1999), 24-39

[4] Prof. Dr. Leman Tarhan, Bilişsel Yapılandırmacı Öğrenme Ders Notları

[5] Brooks,G. J., Brooks, G. M., Constructivist Classrooms,  
<http://129.7.160.115/inst5931/constructivist.html>

[6] Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D., Turgut, F., Kimya Öğretimi YÖK/ Dünya Bankası M.E.G.P., Ankara, (1997), 3.1-3.11

[7] Bülbül, B., Yapısalıcı (Constructivist) Öğrenme Modelinin Çekirdek Kimyası Öğretiminde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir (2001)

[8] Harrison, A., “Thinking and Working Scientifically: The Role of Analogical and Mental Models”, The Australian Association For Research in Education, Fremantle, WA,(2001)

[9] Gilbert, J. and Boulter, C., “Models in explanations, Part 1 : Horses for courses?”, int. j. sci. educ., vol. 20, no.1, (1998), 83-97

- [10] Harrison, A. and Treagust, D., “Secondary students’ mental models of atoms and molecules: implications for teaching Chemistry”, *Science Education* 80(5), (1996), 509-534
- [11] Gürdal, A., Şahin, F., Çağlar, A., *Fen Eğitimi, İlkeler, Stratejiler ve Yöntemler*, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Yayınları, İstanbul, (2001)
- [12] Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö., Benlikaya, R., “Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri” *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 2, Sayı 4, (2002), 88-98
- [13] Coll, R., Treagust, D., “Learners’ mental models of metallic bonding: A cross-age study”, *Inc. Sci. Ed.* 87, (2003), 685-707
- [14] Science Process Skills  
<http://scied.gsu.edu/hanna/TAD/processskills.htm>  
<http://clayton.k12.ga.us/edusvc/instruct/science/Processskills.htm>
- [15] Gilbert, J., Justi, Models and Modelling in Chemical Education, Ed. Gildert, J., *Chemical Education: Towards Research based practice*. Secaucus, NJ, USA: Kluwer Academic Publishers, (2003) 59-62
- [16] İlköğretim Okulu Fen Bilgisi Dersi (4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıf) Öğretim Programları, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Karar no: 387, (2000)
- [17] Kimya Dersi (9, 10, 11. sınıf) Öğretim Programları, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Karar no:127, TD 2359, (1992)
- [18] Taber, K., “The Atom in the Chemistry Curriculum: Fundamental Concept, Teaching Model or Epistemological obstacle?”, *Foundations of Chemistry*, 5, (2003), 43-84

- [19] Gilbert, J., Boulter, C., “Medels in Explanation, Part 2: Whose voice? Whose ears?” , Int. J. Sci. Educ., Vol.20, No:2, (1998), 187-203
- [20] Işık, N., Şirin, S., Ülker, S., Arslan, A., Gökçe, N., Güney, S., İlköğretim Fen Bilgisi 4 Ders Kitabı, Devlet Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 2004
- [21] Güngör, B., Dökme, İ., Ülker, S., Yıldırım, N., Aydın, R., Baş, B., İlköğretim Fen Bilgisi 6 Ders Kitabı, Devlet Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 2003, 109
- [22] Büyük, Ş., Baş, B., Salmaner, V., Görür, N., İlköğretim Fen Bilgisi 7 Ders Kitabı, Devlet Kitapları, Basım Matbaacılık A.Ş., İstanbul, 2002, 37-42
- [23] Çelik Kalyoncu, A., Kavas, B., Tiryaki, N., Salmaner, V., İlköğretim Fen Bilgisi 8 Ders Kitabı,Devlet Kitapları, Feza Gazetecilik A.Ş., Ada Matbaacılık LTD. ŞTİ., Ankara, 2002, 16
- [24] Karaca, F., Lise Kimya 1 Ders Kitabı, Paşa Yayıncılık Ltd., İmaj İç ve Dış Ticaret A.Ş. Matbaacılık, Ankara, 2003, 61-76
- [25] Karaca, F., Lise Kimya 2 Ders Kitabı, Paşa Yayıncılık Ltd., İmaj İç ve Dış Ticaret A.Ş. Matbaacılık, Ankara, 2003, 59
- [26] Kalyoncu, C., Çakmak, Y., Lise 1 Fizik Ders Kitabı, Devlet Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 2002
- [27] Börü, S., Öztürk, E., Cavak, Ş., Lise Biyoloji 1, Devlet Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 2001