



Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Anabilim Dalı

İLKÖĞRETİM 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ATOM KAVRAMI İLE İLGİLİ ZİHİNSEL MODELLERİ

Hazırlayan:
Sibel YALÇIN

Danışman:
Yrd. Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ

Yüksek Lisans Tezi

SAMSUN, 2011

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Anabilim Dalı

İLKÖĞRETİM 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ATOM KAVRAMI İLE İLGİLİ ZİHİNSEL MODELLERİ*

Hazırlayan:
Sibel YALÇIN

Danışman:
Yrd. Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ

Yüksek Lisans Tezi

SAMSUN, 2011

* Bu yüksek lisans çalışması Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.EGT.1904.10.0005. proje numarası ile desteklenmiştir.

KABUL VE ONAY

Sibel YALÇIN tarafından hazırlanan “İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom Kavramı ile ilgili Zihinsel Modelleri” başlıklı bu çalışma, 07.06.2011 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Erdoğan BAŞAR

Üye : Yrd. Doç. Dr. İsmail KARAKAYA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ
(Tez Danışmanı)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

—/—/—

Prof. Dr. Memduh ERKİN

Müdür

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinde, proje aşamasından sonuçlanmasına kadarki süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet ettiğimi, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu taahhüt ederim.

— / — / —

İmza

Sibel YALÇIN

ÖZET

Öğrencinin Adı-Soyadı	Sibel YALÇIN
Anabilim Dalı	İlköğretim Anabilim Dalı
Danışmanın Adı	Yrd. Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ
Tezin Adı	İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom Kavramı ile ilgili Zihinsel Modelleri

Fen eğitiminin temel kavramlarından biri olan atom kavramı, gelişen bilim ve teknolojiyle her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Bu nedenle, soyut doğasından dolayı öğrencilerin algılamakta zorluk yaşadıkları bu kavramın öğrenciler tarafından doğru bir şekilde yapılandırılmasının sağlanması, fen eğitiminin amaçlarından biri olmalıdır.

Bu çalışmada, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası zihinsel modellerinin incelenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışma, 2009-2010 eğitim-öğretim yılında, Samsun'un Atakum ilçesinde 3 ilköğretim okulunda, öğrenim öncesi 217, öğrenim sonrası ise 215 ilköğretim 7. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir.

Öğrencilerin, atomun yapısı, canlılığı ve boyutu hakkındaki düşünceleri ile atomu günlük hayatlarından bir nesneye benzetip benzetmediklerini ölçmek için 5 açık uçlu sorudan oluşan bir veri toplama aracı geliştirilmiştir. Öğrencilerin yapılandırma süreçlerinin başındaki zihinsel modellerini belirlemek amacıyla öğrenim öncesi, süreç sonundaki zihinsel modelleri ile zihinsel modellerindeki değişmeyi belirlemek amacıyla ise öğrenim sonrası uygulanmıştır. Veri toplama aracından elde edilen veriler, öğrenci cevaplarına göre *sözcük sıklık hesapları* ya da *basit yüzde hesapları* kullanılarak analiz edilmiş; bulgular analizlerin sayısal ifadeleri üzerinden öğrencilerin veri toplama aracına öğrenim öncesi-öğrenim sonrası verdikleri cevapların korelasyonlarına bakılarak yorumlanmıştır.

Çalışma sonuçları, 7. sınıf öğrencilerinin öğrenim sonunda olumlu gelişmeler göstermiş olmalarına karşın, atomun yapısını yeteri kadar kavrayamadıklarını, zihinlerinde canlandıramadıklarını, çeşitli dengesizlikler yaşadıklarını ve bazı olguları yanlış yapılandırdıklarını göstermiştir. Öğrenim öncesi öğrencilerin yarısından fazlası atomu berk küreler olarak düşünürken, öğrenim sonrası öğrencilerin yarısı zihinlerinde ders kitabında atomun yapısı anlatılırken kullanılan Bohr Atom Modeli'ni yapılandırmıştır. Günümüzde geçerli olan Modern Atom Teorisini ise öğrenim sonrası öğrencilerin sadece %5'inin çizdiği görülmüştür. Öğrenim öncesinde öğrencilerin yaklaşık olarak yarısı, sonrasında ise yarısından fazlası atomun canlı olmadığını belirtmiştir ancak öğrenim sonrası atomun canlı olduğu yanlış kavraması için %30 büyük bir orandır. Öğrenim öncesi öğrencilerin küçük bir kısmı, sonrası ise yarıya yakını atomun görülemeyeceğini belirtmiştir. Atomun boyutunu ise öğrenim öncesi ve sonrası en çok mercimek, karınca gibi gözle görülebilen küçük şeylerle kıyasladıkları görülmüştür.

Anahtar Sözcükler

Fen Eğitimi, Model, Zihinsel model, 7. Sınıf, Atom.

ABSTRACT

Student	Sibel YALÇIN
Department	Department of Primary Education
Supervisor	Assis. Prof. Aytekin ÇÖKELEZ
Title of the Thesis	Grade-7 Students' Mental Models Concerning Atom Concept

One of the basic concepts of science education, atom, is getting more important with developing science and technology with each passing day. Therefore, to ensure that students properly construct this concept, which is difficult to perceive because of its abstract nature, must be one of the purposes of science education.

The aim of this study is to analyse and compare grade-7 students' before and after instruction mental models concerning atom concept.

The study was carried out in 2009-2010 school year, in 3 elementary schools in Atakum county of Samsun with 217 grade-7 students before education stage and 215 grade-7 students after education stage.

A data collection tool was developed consisting of 5 open-ended questions to evaluate students' ideas about atomic structure, its animism and its size as well as to understand whether they associate atom with an object from their everyday life. It was applied before instruction to determine students' mental models at the beginning of their construction process and it was applied after instruction to determine students' mental models at the end of their construction process and diversity of their mental models. Data gathered from data collection tool was analysed by using *word frequency counting* or *simple percentage counting* according to student answers; findings were interpreted by looking at the correlation that the answers students gave to the data collection tool applied before and after instruction, through quantitative expressions of analyses.

Results of the study show that grade-7 students cannot sufficiently comprehend the structure of atom, cannot visualise it, have various disequilibriums and construct wrongly some phenomenon, even though they make progress. While more than half of students at the beginning of the instruction think of atoms as solid spheres, at the end of the instruction half of the students have constructed the Bohr Atomic Model that is used in the textbook to explain the structure of atom. At the end of the instruction, only 5% of students manage to construct the Modern Atomic Theory which is valid today. Approximately half of the students at the beginning of the instruction, and more than half of the students at the end of the instruction state that atom is not alive. However 30% at the end of the instruction is a big rate for the misconception that 'atom is alive'. A small part of students at the beginning of the instruction, and nearly half of the students at the end of the instruction state that atom cannot be seen. It was observed that both at the beginning and the end of the instruction, students compare the size of atom with small visible things like lentil, ant, etc.

Key Words

Science Education, Model, Mental Model, Grade-7, Atom.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ'e,

Her daim beni dinleyen ve yardımlarını esirgemeyen canım hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa ERGUN'a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca bıkmadan usanmadan sorularımı cevaplayan Fen Bilimleri Enstitüsü memurları Alparslan ÖZTÜRK ve İsmail KUYUMCU'ya,

Yüksek lisans eğitimine beraber başladığım, bağlarımızın giderek daha da güçlendiği canım arkadaşlarım Özge ÖZDEN, Seda YAVUZ ve Gülşah KAYA'ya,

Benim bile kendime inanmaktan vazgeçtiğim dönemlerde bana inanmayı hala sürdüren biricik arkadaşlarım Serap ERDOĞAN, Elif KARATEPE, Perihan CEYLAN, Fadime Filik UNUR ve yanımda olan tüm diğer arkadaşlarıma,

Yardımlarından dolayı Esin ASLAN ve Kadir SEZER'e,

Yapmış olduğum çalışmaya jüri üyesi olmayı kabul eden İlköğretim Bölüm Başkanı Prof. Dr. Erdoğan BAŞAR ve Yrd. Doç. Dr. İsmail KARAKAYA'ya,

Bu araştırmaya (PYO.EGT.1904.10.0005) destek olan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Ve elbette ki bunca yıl maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme, özellikle de tez yazım dönemimde bana katlandıkları için anneme ve ablam Pelin Sinem YALÇIN'a teşekkürü bir borç bilirim...

Sibel YALÇIN

Samsun, 2011

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
1.1 İlköğretim Fen ve Teknoloji Öğretim Programlarında “Atom”	3
1.2 Alan Yazında İncelenen Çalışmalar	9
1.3 Problem Durumu	21
1.4 Problem Cümlesi	23
1.5 Alt Problemler	23
1.6 Hipotezler	24
1.7 Araştırmanın Sınırlılıkları	24
1.8 Araştırmanın Sayıltıları	25
1.9 Araştırmanın Önemi	25
2. TEORİK ALTYAPI	28
2.1 Model Nedir?	28
2.2 Analogik Modeller (Benzeşim Modelleri)	30
2.2.1 Analogik Modellerin Sınıflandırılması	31
2.2.1.1 Gerçeği Temsil Etmek İçin Tasarlanan Somut ve Somut/Soyut Modeller	31
2.2.1.1.1 Ölçek modelleri	31
2.2.1.1.2 Pedagojik analogik modeller	31
2.2.1.2 İletişim İçin Oluşturulmuş Soyut Modeller	32
2.2.1.2.1 Simgesel veya sembolik modeller	32
2.2.1.2.2 Matematiksel modeller	32
2.2.1.2.3 Teorik modeller	32
2.2.1.3 Birden Çok Kavramı ve/veya Süreci Tanımlayan Modeller	33
2.2.1.3.1 Haritalar, diyagramlar ve tablolar	33
2.2.1.3.2 Kavram-süreç modelleri	33
2.2.1.3.3 Simülasyonlar	33
2.3 Sentetik Modeller	34
2.4 Zihinsel Modeller	34
2.5 Bilişsel Yapılandırıcılık Kuramı	36
3. YÖNTEM	40
3.1 Araştırmanın Modeli	40
3.2 Araştırmanın Katılımcıları	41
3.3 Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi	41
3.4 Verilerin Toplanması	45

3.5	Verilerin Analizi	46
4.	BULGULAR ve TARTIŞMA.....	48
4.1	“Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.” Sorusunun Analizi	48
4.2	“Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olursanız neye benzetirsiniz?” Sorusunun Analizi.....	66
4.3	“Atomların canlılığı hakkında neler düşünüyorsunuz?” Sorusuna Verilen Cevapların Analizi72	
4.3.1	Öğrencilerin Atomun Canlılığı ile ilgili Düşüncelerinin Analizi.....	73
4.3.2	“Atomlar Canlı Değildir” ve “Atomlar Canlıdır” Cevaplarını Veren Öğrencilerin Açıklamalarının Analizi.....	75
4.4	“Atomlar hangi büyüklüktedir? Bilinen bir şeye kıyaslayınız” Sorusuna Verilen Cevapların Analizi	80
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	88
5.1	Sonuçlar	88
5.2	Öneriler	89
6.	KAYNAKÇA.....	92
7.	EK- 1: Veri Toplama Aracı.....	98
8.	EK-2: Çalışmada Örneklenen Öğrenci Cevapları	99

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.5.1. Piaget'nin Bilişsel Gelişim Dönemleri ve Özellikleri	37
Çizelge 2.5.2. Adaptasyon Sürecinin Basamakları	39
Çizelge 4.1.1. “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.” Sorusunda Öğrencilerin Atom Modeli Çizimlerinin Frekans ve Yüzde Dağılımları	51
Çizelge 4.1.2. “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız” Sorusunda Öğrencilerin Zihinlerindeki Atom Modellerini Açıklarken Kullandıkları İfadelerin Frekans ve Yüzde Dağılımları	63
Çizelge 4.2.1. “Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olursanız neye benzetirsiniz? Sorusunda Öğrencilerin Açıklamalarının Frekans ve Yüzde Dağılımları	67
Çizelge 4.3.1.1. Öğrencilerin Atomun Canlılığı ile ilgili Düşüncelerinin Frekans ve Yüzde Dağılımları	73
Çizelge 4.3.2.1. Atomun Canlı Olmadığını Düşünen Öğrencilerin Açıklamalarının Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	76
Çizelge 4.3.2.2. Atomun Canlı Olduğunu Düşünen Öğrencilerin Açıklamalarının Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	77
Çizelge. 4.4.1. “Atom hangi büyüklüktedir? Bilinen bir şeyle kıyaslayınız” Sorusuna Verilen Öğrenci Cevaplarının Öğrenim öncesi ve Öğrenim sonrası Frekans ve Yüzde Dağılımları	81

GRAFİKLER LİSTESİ

- Grafik 4.1.1.** “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.” Sorusunda Öğrencilerin Atom Modeli Çizimlerinin Öğrenim öncesi – Öğrenim sonrası Dağılımlarının Grafiksel Gösterimi52
- Grafik 4.1.2.** “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız” Sorusunda Öğrencilerin Zihinlerindeki Atom Modellerini Açıklarken Kullandıkları İfadelerin Frekans ve Yüzde Dağılımlarının Grafiksel Gösterimi64
- Grafik 4.1.3.** “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.” Sorusunda Öğrencilerin Atom Modellerini Çizerken Kullandıkları İfadelere Göre Belirlenen Öğrencilerin Atom Modeli Seviyelerinin Öğrenim Öncesi- Öğrenim Sonrası Dağılımlarının Grafiksel Gösterimi 65
- Grafik. 4.2.1.** “Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olursanız neye benzetirsiniz? Sorusunda Öğrencilerin Atomu Benzettikleri Cisimlerin Öğrenim Öncesi-Öğrenim Sonrası Dağılımlarının Grafiksel Gösterimi.....68
- Grafik.4.3.1.1.** Öğrencilerin Atomun Canlılığı ile ilgili Düşüncelerinin Öğrenim öncesi- Öğrenim sonrası Dağılımlarının Grafiksel Gösterimi..... 74
- Grafik 4.3.2.1.** Atomun Canlı Olmadığını Düşünen Öğrencilerin Açıklamalarının Öğrenim öncesi-Öğrenim sonrası Dağılımlarının Grafiksel Gösterimi 77
- Grafik 4.3.2.2.** Atomun Canlı Olduğunu Düşünen Öğrencilerin Açıklamalarının Öğrenim öncesi-Öğrenim sonrası Dağılımlarının Grafiksel Gösterimi 78
- Grafik 4.4.1.** “Atom hangi büyüklüktedir? Bilinen bir şeyle kıyaslayınız” Sorusuna Verilen Öğrenci Cevaplarının Öğrenim öncesi ve Öğrenim sonrası Frekans ve Yüzde Dağılımlarının Grafiksel Gösterimi 82

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil. 4.1.1.** Öğrencilerin “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.” Sorusunda Çizdikleri Atom Modeli Örnekleri49
- Şekil. 4.1.2.** 7. Sınıf Ders Kitabında, Elektronların Elektron Bulutu Modeline Göre Belirli Yörüngeleri Olmadığından Dolayı Kısa Süreler İçinde Farklı Konumlarda Bulunabileceğini Gösteren Model.....53
- Şekil.4.1.3.** 7. Sınıf Ders Kitabında Bulunan Atom Modeli Çizimlerine Bir Örnek54
- Şekil. 4.1.4.** 7. Sınıf Ders Kitabında Bulunan Rutherford Atom Modeli Örneği55
- Şekil 4.1.5.** Öğrenim Öncesinde Öğrencilerin Çizdikleri, Kavram Yanılgıları Barındıran Atom Modellerine Örnekler56
- Şekil 4.1.6.** Öğrenim Sonrasında Öğrencilerin Çizdikleri, Kavram Yanılgıları Barındıran Atom Modellerine Örnekler59

TANIMLAR

Makroskobik: Çıplak gözle görülebilen büyüklükler.

Mikroskobik: Mikroskop altında görülebilen büyüklükler

Submikroskobik: Mikroskopla bile görülemeyen büyüklükler.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. GİRİŞ

Günümüzde yaşanan hızlı ekonomik, sosyal, bilimsel ve teknolojik gelişmeler yaşam şeklimizi günden güne değiştirmektedir. Küreselleşen dünya ve ekonomik rekabetler hayatımızı etkilemektedir ve gelecekte de etkilemeye devam edecektir (MEB, 2006, s. 5). Bu gelişmeler dikkate alındığında, özellikle de geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerin eğitime, özellikle bu gelişimde anahtar rol oynayan fen eğitimine önem vermeleri gerekmektedir.

Öğrencilerin fen bilimlerine yönelik ilgi ve tutumlarının temelleri ilköğretim döneminde atılmaktadır. Bu nedenle gelecek kuşakların araştırmacılarını ve bilim insanlarını yetiştirebilmek için ön koşulun, onlara ilköğretim döneminden başlayarak etkili bir fen eğitimi verilmesi olduğu açıktır. Bu bağlamda Milli Eğitim Bakanlığı tarafından ülkemizde 2004 yılı öğretim reformu çerçevesinde, ilköğretim Fen Bilgisi dersi Fen ve Teknoloji olarak değiştirilmiş ve Fen ve Teknoloji Öğretim Programının programın vizyonu; “bireysel farklılıkları ne olursa olsun bütün öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetişmesi” olarak belirtilmiştir (MEB, 2006, s. 4, 5).

Fen ve teknoloji okuryazarlığı, bireylerin araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerilerini geliştirmelerini ve aynı zamanda öğrenmenin yaşam boyu olduğu düşüncesi çerçevesinde, çevrelerini ve dünyayı anlamak için fen bilimleri ile ilgili gerekli olan yetenek, tutum, değer, anlayış ve bilgilere sahip olmalarını gerektirmektedir (Kavak, Tufan ve Demirelli, 2006; MEB, 2006, s. 5). Bu bağlamda fen ve teknoloji okuryazarı bireyler, bilgiye ulaşırken ve karşılaştıkları problemleri çözerken, fen ve teknoloji ile ilgili sorunlar konusunda fayda-zarar analizi yapıp, mevcut durumu değerlendirerek karar vermede ve yeni bilgi üretmede daha etkin hale gelmektedirler (Duban, 2010).

Bilginin öğretmenden öğrenciye olduğu gibi aktarılamayacağını ve öğrenci tarafından aktif bir şekilde ele alınıp yeni bir biçim kazandığını öne süren yapılandırmacı öğrenme

yaklaşımının, öğrenmede yararlı ve etkili olduğu ayrıca öğretim ortamına yeni uygulamalar kazandırdığı bilinmektedir. Ülkemizde de 2004 yılı öğretim reformu ile birlikte, ilköğretim programlarında yapılandırmacı yaklaşım temel alınmaya başlanmıştır. Arslan (2007), bireyin bilgi edinmeye başlarken boş bir zihinle yola çıktığını reddeden yapılandırmacılara göre, öğrencilerin sınıfa kendi deneyimleri ve bu deneyimleri sonucu oluşturdukları bilişsel yapılarıyla geldiklerini belirtmektedir. Başka bir ifadeyle, çevrelerindeki dünyayı ve olgularını anlamak amacıyla öğrenciler, bu sırada anlamalarında, açıklamalarında ve tahmin yürütmelerinde kendilerine olanak sağlayacak, kişisel, tamamlanmamış ve nitel olan içsel temsiller yani zihinsel modeller oluşturmaktadırlar (Greca ve Moreira, 2000). Öğrencilerin oluşturduğu bu yapılar geçerli olabileceği gibi geçersiz ya da eksik de olabilmektedir. Öğrenciler yeni bilgi ve deneyimleri, ancak var olan deneyimleriyle ilişki kurarak yeniden düzenlemektedirler (Arslan, 2007). Öğrencilerin kendilerinin oluşturdukları, bilim topluluğu tarafından kabul edilenle genellikle çelişen bu yapılar literatürde *ön kavramlar* (Anderson ve Easley, 1983; Akt: Griffiths ve Preston, 1992), *alternatif kavramlar* (Taber, 2000), *alternatif çerçeve* (Taber, 2000), *sezgisel fikirler* (McCloskey, 1983), *yanlış kavramalar* (Griffiths ve Preston, 1992), *kavram yanlışları* (Fisher, 1983; Akt: Çökelez, 2009) gibi adlarla anılmaktadırlar.

Atomun soyut doğasından ötürü, yapısını anlamada öğrencilerin yaşadıkları zorluklar ve kavram yanlışları fen eğitimi alanının önemli bir konusunu oluşturmaktadır (Cokelez ve Dumon, 2005). Atom modeli genellikle programda çok erken dönemlerde verilmeye başlanmaktadır. Bu nedenle, öğrencilerin bu modeli yanlış anlamaları daha sonraki dönemlerde anlamlı öğrenmelerini engelleyebileceği için, öğrenimlerinin erken dönemlerinden itibaren öğrencilerin atom hakkında oluşturdukları zihinsel modelleri öğrenmek çok önemlidir (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1988). Bu noktada atom kavramının öğretim programında hangi seviyeden itibaren, hangi kazanımlar hedeflenerek verildiğinin sunulması ve ardından alan yazında konuyla ilgili yapılmış olan çalışmaların incelenmesi yerinde olacaktır.

1.1 İlköğretim Fen ve Teknoloji Öğretim Programlarında “Atom”

Fen ve teknoloji dersi öğretim programında *canlılar ve hayat, madde ve değişim, fiziksel olaylar, dünya ve evren, fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkileri (FTTÇ), bilimsel süreç becerileri (BSB), tutum ve değerler (TD)* olmak üzere yedi ayrı öğrenme alanı öngörülmüştür. Üniteler ise yedi ayrı öğrenme alanından ilk dördü üzerine yapılandırılmıştır. Diğer üç öğrenme alanı her bir ünitenin içinde öğrencilere kazandırılması öngörülen temel anlayış, tutum ve değerleri içerdiği için bu öğrenme alanlarına bağlı ünitelendirme yapılmamıştır (MEB, 2006, s. 10). Araştırmanın konusu olan “atom” kavramı ise ilköğretim fen ve teknoloji programında “*Madde ve Değişim*” öğrenme alanına bağlı olarak yapılandırılmış olan üniteler dâhilinde programda yerini almıştır.

Fen ve Teknoloji, ilköğretim 4. sınıfa kadar Hayat Bilgisi dersi kapsamında işlenirken, ayrı bir ders olarak 4. sınıfta işlenmeye başlanmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin atom kavramı ile ilgili 7. sınıfa gelene kadar neler öğrendikleri incelendiğinde ilk olarak öğrencilerin Hayat Bilgisi dersi kapsamında, çeşitli madde, malzeme ve eşyalarla tanıştığı ve bunlarla ilgili büyük-küçük, renkli-renksiz gibi nitelendirici kavram çiftleri ile yorumlar yaptıkları görülmektedir (MEB, 2005, s. 71).

4. sınıfta fen ve teknoloji dersi “Maddeyi Tanıyalım” ünitesi kapsamında bu nitelendirmelere yenileri eklenip öğrencilerin maddeyi daha iyi tanımlamaları sağlanırken, yine bu nitelendirmeler temel alınarak katı-sıvı-gaz, madde-cisim-malzeme-eşya, doğal madde-işlenmiş madde-yapay madde kavramları sezdirilmektedir. Ayrıca kütle ve hacim büyüklükleri öğrenciler tarafından ölçülmekte ve sonuçlar ifade edilmektedir. Ünitenin sonunda ise sezme, keşfetme ve tasarlama düzeyinde saf madde, karışım, çözünme, çözelti, ayırma vb kavramlara giriş yapılmaktadır (MEB, 2005, s. 71).

5. sınıfta fen ve teknoloji dersi “Maddenin Değişimi ve Tanınması” ünitesi kapsamında ısı kavramı sunularak ve madde üzerindeki etkilerine değinilerek, genleşme-büzülme ve hal değiştirme konuları işlenmektedir. Ayrıca erime-donma noktası, kaynama noktası ve yoğunluk kavramları öğretilerek maddenin daha iyi tanınması sağlanmaktadır (MEB, 2005, s. 166).

6. sınıfa kadar maddenin çeşitli makro özelliklerini öğrenmiş olan öğrenciler, “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesinde ise mikro boyuta geçerek maddenin küçük, görülemez, hareketli taneciklerden oluştuğunu öğrenmektedirler. Atom, molekül, element, bileşik kavramlarını tanımlamaktadırlar. Maddede meydana gelen değişimleri fiziksel-kimyasal değişme olarak belirtmekte ve hâl değişimini tanecik boyutunda yorumlamaktadırlar. Ünite kazanımları, *maddenin yapı taşları olan atom, maddelerin özellikleriyle tanecikli yapısı arasında ilişki, fiziksel ve kimyasal değişimlerin atom-molekül düzeyinde açıklaması ve maddenin halleri ile tanecikli yapı arasında ilişki* olmak üzere 4 başlık altında toplanmıştır (MEB, 2006, s. 116).

Bu kısımda araştırma konusuyla daha çok ilgisi olan *maddenin yapı taşları olan atom ve maddelerin özellikleriyle tanecikli yapısı arasında ilişki* başlıkları altındaki kazanımlar incelenmiştir. 6. sınıf fen ve teknoloji öğretim programına bakıldığında maddenin yapı taşları olan atom ile ilgili olarak;

- “1.1. Katıların, sıvıların ve gazların sıkışma-genleşme özelliklerini karşılaştırır,
- 1.2. Gazların sıkışma-genleşme özelliklerinden, gazlarda boşluk olduğu çıkarımını yapar,
- 1.3. Maddelerin görülmez küçük parçalara bölünebildiğini deney yaparak fark eder,
- 1.4. Maddelerin nereye kadar ardışık bölünebileceğini sorgular,
- 1.5. Her türden maddenin bölünmesi zor, görünemeyecek kadar küçük yapı taşlarından oluştuğunu belirtir”

kazanımlarıyla öğrencilerin maddenin taneciklerden oluştuğu fikrini algılamaları sağlanmaktadır (MEB, 2006, s. 118).

6. sınıf ders kitabında “Tarih Boyunca Tanecik Fikrinde Değişmeler” başlığı kapsamında ise bir demir teli art arda bölme işleminin, nereye kadar sürdürülebileceğinin öğrenciler tarafından tartışılması sağlanarak bu sorunun tarihsel arka planı anlatılmaktadır. Ardından maddelerin bölünmesi çok zor atomlardan oluştuğu bilgisi sunulurken atomların küre biçiminde oldukları vurgulanmaktadır. Democritus’un ortaya attığı atomun, 19. yüzyılın başlarında Dalton tarafından ileri sürülen modeline değinilirken Dalton’un atom kavramını açıkladığı tahta küreler resmedilmektedir.

Yapılan çalışmalarla atomun bölünemez olduğu düşüncesinin yıkıldığı ve atomların daha da küçük parçacıklardan oluştuğunun anlaşıldığı belirtilmektedir (MEB, 2008b, s. 92-93).

Yine 6. sınıf ders kitabında, *Canlı Hücresi ile Atom Arasındaki İlişki* başlığı altında ise hücre çekirdeğinin büyütülmesiyle moleküllerin, moleküllerin büyütülmesiyle de atomların görüleceği vurgulanmaktadır ve “Atom büyütülebilseydi ne görürdük?” sorusu tartışmaya açılmaktadır. Atomu görünür boyuta kadar büyütmenin teknik zorluğu belirtilmekte ve bu bağlamda tek bir hücrede bile trilyonlarca atom olabileceği çıkarımı yapılmaktadır. Canlı cansız tüm taneciklerin atomlardan oluştuğu ifade edilmektedir (MEB, 2008b, s. 95; MEB, 2006, s. 119).

6. sınıf öğrenci çalışma kitabındaki *Doğru mu, Yanlış mı?* etkinliğinde “atom mikroskopla görülebilir”, “atomlar daha küçük parçacıklardan oluşur”, “atom kavramı ile ilgili her şey bilinmektedir”, “canlı ve cansız tüm maddeler atomlardan oluşmuştur”, “organizma hücrelerden, hücreler ise atomlardan oluşur” gibi ifadeler verilerek ifadenin doğru mu yanlış mı olduğunun verilen sütunlara yazılması istenmektedir (MEB, 2008e, s. 51). Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenip, dönütler verilerek, bilgileri eksik olan öğrenciler bilgilerini tamamlamaları için yönlendirilmektedir. Böylelikle öğrencilere

- “1.6. Maddenin küreye benzer yapı taşlarını atom şeklinde adlandırır,
- 1.7. Atom kavramı ile ilgili düşüncelerin zaman içinde değiştiğini fark eder,
- 1.8. Atomların daha da küçük parçacıklardan oluştuğunu ifade eder”

kazanımları kazandırılmaktadır (MEB, 2006, s. 118, 119).

6. sınıfta maddelerin özellikleriyle tanecikli yapısı arasında ilişki kurmak bakımından ise öğrenciler; konunun işlenişi ardından maddelerin farklı olmasından yola çıkarak atomların da farklı olabileceğini kavramaktadırlar. Aynı cins atomlardan oluşmuş maddeleri “element”, farklı atomlar içeren saf maddeleri ise “bileşik” olarak adlandırmakta ve basit model ve resimler üzerinde element ve molekülleri gösterebilmektedirler. Basit molekül modelleri yapmakta, her molekülde belirli sayıda

atom bulunduğunu algılamakta, molekül içeren ve vermeyen maddeleri ayırt edebilmektedirler (MEB, 2006, s. 120).

Öğrencilerin elementlerin uluslararası sembollerini ve bileşiklerin formüllerini öğrenmesinin, atomun proton, nötron ve elektrondan oluştuğunu kavramasının, kimyasal bağları sınıflandırmasının ve çözünme olayını mikroskobik düzeyde açıklamasının amaçlandığı 7. sınıf “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde, kazandırılması amaçlanan kazanımlar, *element ve elementlerin sembolleri, atomun yapısı, katman elektron dizilimi ile kimyasal özellikleri ilişkilendirme, kimyasal bağ, bileşikler ve formülleri ve karışımlar* olmak üzere 6 başlık altında toplanmıştır (MEB, 2006, s. 229). Bu bölümde araştırmayla ilgili olan *atomun yapısı* başlığı altındaki kazanımlar ele alınacaktır.

7. sınıf ders kitabında yer alan, atomu oluşturan proton, nötron ve elektronun nasıl bir arada bulunduğunu öğrencilerin zihinlerinde yapılandırmanın amaçlandığı *Nasıl Bir Arada Dururum?* etkinliğinde, öğrencilerden bir silgi veya bant bağlı ipi her yönde hızlı bir şekilde çevirmeleri istenmektedir. Öğrencilerin ipi tek bir yön yerine her yöne çevirmeleri sağlanmaktadır. Öğrencilerin ipi tutan ellerinin çekirdeği, silgi veya bandın elektronu, ipin ise “+” ile “-” arasındaki çekim kuvvetini temsil ettiği vurgulanarak elektronların çekirdekten uzaklaşmama nedenleri tartışılmaktadır. Öğrenciler, elektronların çekirdekten belli uzaklıkta, hızlı ve dairesel hareketleri nedeniyle çekirdeğe düşmediklerini ve elektronların çekirdek tarafından çekildiğini kavramaktadırlar. Etkinliğin sonunda ise öğrenciler zihinlerinde oluşan atom modelini çizerek arkadaşlarına sunmaktadırlar. Bu sayede öğrencilerin model oluşturma, yorumlama, sonuç çıkarma, sunma bilimsel süreçlerinin gelişmesine katkı sağlanmış olmaktadır (MEB, 2008a, s. 146; MEB, 2008f, s. 146).

Yine atomun yapısıyla ilgili olarak elektronların bulunma olasılıklarının fazla olduğu bölgelere katman denildiği bilgisi verilerek, öğrencilerden ders kitaplarındaki atom şeklini (MEB, 2008a, s. 148) incelemeleri istenmektedir. Şekildeki koyu mavi bölgelerin elektronların bulunabilme olasılığının fazla, açık mavi olan bölgelerin ise bulunma olasılığının az olduğu yerleri gösterdiği belirtilmektedir. Matruşka bebekler

örnek olarak verilerek atomun küresel bir yapıda olduğu vurgulanmaktadır. Bu küresel yapıyı somutlaştırmak için ortasından ikiye bölünmüş kuru soğan örneği verilmektedir (MEB, 2008f, s. 148).

7. sınıf ders kitabında *Atom Modeli Yapalım* etkinliğinde ise öğrenciler oyun hamurundan hazırladıkları proton, nötron ve elektronları, kartondan kesip hazırladıkları çekirdek ve katmanı temsil eden iç içe dairelerde gerekli yerlere yapıştırmaktadırlar (MEB, 2008a, s. 150). Öğretmen kılavuz kitabında, öğrencilerin bu etkinlikte katmanları temsil etmek için karton kullanmalarından dolayı, katmanı bir yüzey olarak düşünebilecekleri, bu nedenle de öğrencilere atomun gerçekte küre şeklinde olduğunun tekrar hatırlatılması ve kartonların model oluşturmak amaçlı kullanıldığının belirtilmesi gerekliliğine değinilmiştir (MEB, 2008f, s. 150).

Yine 7. sınıf ders kitabında *Atom Modelinin Serüveni* başlığı altında öğrenciler, bilim insanlarının geçmişten günümüze kadar geliştirmiş oldukları atom modellerini, bilim insanlarına yöneltilen, sözde “Atom fikrinin gelişim sürecinde bu konuya katkınız nelerdir?” sorusuna her birinin verdiği açıklamayla birlikte incelemektedirler (MEB, 2008a, s. 153-155). Bu bağlamda bilim insanlarının vermiş oldukları cevaplar aşağıdaki gibidir:

“John Dalton: “(...) Bana göre atomlar içi dolu ve parçalanamayan berk kürelere benzemektedir (...)”

John Joseph Thomson: “(...) Atomu üzümlü keke benzettiğim bir modelle açıkladım. Bu modelde keki pozitif yüklere, üzümleri ise negatif yüklere benzettim. Bu sayede atomun parçalanamadığı fikrini yıktım (...)”

Ernest Rutherford: “(...) Pozitif yüklere proton, pozitif yüklerin bulunduğu kısma ise çekirdek adını verdim. Bence elektronlar çekirdeğin çevresinde gezegenlerin güneş çevresinde dolandığı gibi dönüyorlar. Çünkü çekirdekle elektronlar arasında çekim kuvveti var. Elektronların çekirdeğe düşmemeleri için tek çare, çekirdeğin çevresinde dönmeleridir (...)”

Neis Bohr: “Bana göre elektronlar çekirdeğin çevresinde istedikleri gibi dolaşmazlar. Çekirdeğe belirli uzaklıklardaki katmanlarda döner (...)”

Modern Atom Teorisi başlığı altında ise elektronların yerinin kesin olarak tespit edilemediği bu bağlamda katman kavramından bahsedilemeyeceği; ancak bulunabilecekleri yerlerin bilindiği, bu bölgelere de elektron bulutu adı verildiği,

‘sineğin asılı bulunduğu lambanın çevresinde döndüğü alan’ benzetmesiyle belirtilmektedir (MEB, 2008a, s. 156).

Sonuç olarak 7. sınıf “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesi sonunda, atomun yapısı ile ilgili olarak öğrencilerden,

- “2.1. Birbiri ile temas halinde olan atomları “bağlı atomlar” olarak tanımlar,
- 2.2. Sürtme ile elektriklenme örneğinden yola çıkarak atomun kendinden daha basit öğelerden oluştuğu çıkarımında bulunur,
- 2.3. Atomun çekirdeğini, proton, nötron ve elektronları temsili resimler üzerinde gösterir,
- 2.4. Elektron, proton ve nötronu kütle ve yükleri açısından karşılaştırır,
- 2.5. Nötr atomlarda, proton ve elektron sayılarının eşit olduğunu fark eder,
- 2.6. Aynı elementin atomlarında, proton sayısının (atom numarası) sabit kalırken nötron sayısının az da olsa farklılık gösterebileceğini belirtir,
- 2.7. Bir atomda elektronların çekirdekte farklı uzaklıklarda olabileceklerini keşfeder,
- 2.8. Atom modelleri üzerinde elektron katmanlarını göstererek, katmanlardaki elektron sayılarını içten dışa doğru sayar,
- 2.9. Proton sayısı 20 ve 20’den küçük olan atomların ($Z \leq 20$) elektron dizilim modelini çizer,
- 2.10. Atom modellerinin tarihsel gelişimini algılayarak, elektron bulutu modelinin en geçerli model olacağını fark eder,
- 2.11. Bilimsel modellerin, olguları açıkladıkları sürece ve açıkladıkları ölçüde geçerli olacağını ve modellerin gerçeğe birebir uyma gerekliliğinin olmadığını fark eder”

kazanımlarını kazanmış olmaları beklenmektedir (MEB, 2006, s. 233-236).

Bu başlık altında “atom” kavramının ülkemizde öğretim programında hangi sınıftan itibaren var olduğu ve hangi kazanımların hangi etkinliklerle kazandırılmaya çalışıldığı analiz edilmeye çalışılmıştır. Böylece araştırmanın katılımcılarının ilköğretimin hangi sınıfından öğrencilerin oluşturacağı belirlenmiş; araştırmada “atomun yapısı” konusu işlenmeden önce öğrencilerin önbilgileri, konu işlendikten sonra ise edinmiş olmaları öngörülen bilgiler programa göre kazanımlar vasıtasıyla belirlenmiştir.

1.2 Alan Yazında İncelenen Çalışmalar

Bu bölümde, alan yazındaki ilköğretim düzeyine uygun olan çalışmalardan bazıları, uygulandıkları örneklem gruplarının yaşlarına göre kategorize edilerek sunulmuştur.

Liu ve Lesniak (2005), madde kavramının çeşitli özelliklerinin kavramsal gelişim düzenini tanımlamayı ve bu düzene karşı öğrenci yeterliliklerini karşılaştırmayı amaçladıkları çalışmalarını, 3. sınıftan 12. sınıfa kadar öğrencilerin oluşturduğu örneklem grubuyla yapmışlardır. Maddenin *korunum*; *fiziksel özellikler ve değişim*; *kimyasal özellikler ve değişim*; *yapı ve bileşim* olmak üzere 4 özelliğini belirleyerek çalışmalarını bu 4 özellik üzerinden yürütmüşlerdir. Çalışma sonuçları ilköğretim 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin *korunum* özelliği ile ilgili ortalama madde güçlüğü altında bir yeterliğe sahip oldukları; 7. sınıf öğrencilerinin ortalama olarak *korunum* ve *fiziksel özellikler ve değişim* özelliklerinin güçlük düzeylerinin üzerinde bir yeterliğe sahip oldukları; 8.-12. sınıf öğrencilerinin genel olarak *yapı ve bileşim* hariç tüm özelliklerin zorluk düzeylerinin üzerinde bir yeterliğe sahip oldukları ve 12. sınıf fen alanındaki öğrencilerinin ise tüm bu 4 özelliğin zorluk düzeyinin üzerinde bir yeterliğe sahip olduklarını göstermiştir. Diğer bir ifadeyle ilköğretimden liseye, öğrenciler maddenin yapısı ve bileşimini kavrayabilecek düzeye 12. sınıf fen bölümünde gelmektedirler.

Nakhleh ve Samarapungavan (1999) ilkokul öğrencilerinin (7-10 yaş) maddenin tanecikli doğasıyla ilgili yapılandırılmış ve ham bilgilerini araştırmayı amaçladıkları çalışmalarında, öğrencilerin maddenin halleri ve hâl değişimlerinin makroskobik ve mikroskobik özellikleri hakkındaki algılarını araştırmak amacıyla 15 öğrenciyle mülakatlar gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda öğrencilerin 3'ünün maddenin makroskobik ve sürekli bir yapıya sahip olduğunu, 9'unun maddenin makroskobik taneciklerden oluştuğunu, diğer 3'ünün ise mikroskobik taneciklerden oluşan parçacıklı bir yapıya sahip olduğunu düşündükleri ortaya çıkmıştır. Mikroskobik tanecikli yapı düşüncesine sahip olan öğrenciler, atomun çok çok küçük parçacıklar olduğunu belirtmiş ve “kesinlikle çıplak gözle görülmez” ifadesini kullanmış olsalar da, *mikroskop altında görülebileceği* ve *atomun boyutunun mikrop kadar olduğu* şeklinde kavram yanlışlarına sahip oldukları gözlenmiştir.

Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam (2005), ortaokul öğrencilerinin maddenin doğası hakkında gelişen düşüncelerini araştırarak, Nakhleh ve Samarapungavan (1999) tarafından yapılan çalışmadan elde edilen ilköğretim öğrencilerinin düşünceleriyle karşılaştırmayı amaçladıkları çalışmalarında, 8. sınıf öğrencileriyle çalışmışlardır. Öğrencilerin %33'ünün genelde madde hakkında makro düzeyde düşüncelere sahip iken %67'sinin ise mikro düzeyde madde düşüncelerinin bazı öğelerine sahip oldukları görülmüştür. Öğrenciler atom ve molekül için genellikle yuvarlak biçimde, çok küçük, birbirlerine benzer, küçük soyut şekillere sahip ve insan gözüyle görülemez şeklinde ifadeler kullanmışlardır. Ancak bazı öğrenciler *aynı atom ya da moleküllerin farklı şekil ve büyüklüklere sahip oldukları, mikroskop altında görülebilecekleri ve atomla mikrobun aynı büyüklükte olduğu* gibi doğru olmayan ifadeler kullanmışlardır. Ortaokul öğrencileri ile ilköğretim öğrencilerinin maddenin doğasıyla ilgili düşünceleri karşılaştırıldığında ortaokul öğrencilerinin bilimsel olarak daha doğru cevap verdikleri ve cevaplarının daha çeşitli olduğu ortaya çıkmıştır.

Bozoğlu (2007), 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili imaj oluşturmalarında rol oynama yönteminin etkisini geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırarak incelediği tez çalışmasında, kontrol ve deney grubunu oluşturan 46 öğrenci ile çalışmıştır. Kontrol grubuna geleneksel yöntem ile konu anlatılırken, deney grubuna rol oynama yöntemi ile anlatılmış ve çalışma sonunda rol oynama yönteminin daha etkili olduğu görülmüş, aynı zamanda öğrencilerin atom ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları da belirlenmiştir. Öğrencilerin öğrenim öncesi ve sonrası sahip oldukları kavram yanılgılarının atomla ilgili olanları şöyledir: *Madde kesildiğinde atomlar kesilir, maddenin şekline bağlı olarak atomun şekli değişir, atomlar ölür, atomlar ısı yoluyla genişler, bükülen telde atomlar bükülür, atomlar yanar, atomlar erir, kimyasal değişimde atomlar değişir, demir bükülünce değişik bakır ortaya çıkar.*

Tsai (1998), Tayvan'da 8. sınıftan 48 öğrencinin örneklemini oluşturduğu bu çalışmada, öğrencilerin genel fen başarıları, bilimsel epistemolojik inançları ve temel atom teorisinin öğretiminden sonra bilişsel yapılarının karşılıklı ilişkileri araştırılmıştır. Uygulanan ankete verilen cevaplar ve öğrencilerin atom modeliyle ilgili hatırladıkları

bilimsel bilgileri akış haritası tekniğiyle analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları fen başarılarının öğrencilerin birçoğunun bilişsel yapı sonuçları ile orantılı olduğu; bununla birlikte öğrencilerin bilimsel epistemolojik inançlarının ayrıca belirgin bir şekilde bilgi yapılarını etkilediğini ortaya çıkarmıştır.

Yıldız (2006) ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin aralarındaki ilişkiyi ve benzeşim modelleri ile tarihsel modellerin öğrencilerin zihinsel modellerini nasıl etkilediğini araştırdığı tez çalışmasında, 7. ve 8. sınıftan 441, 9. sınıftan ise 479 öğrenci ile çalışmış ve öğrencilerden zihinlerindeki atom modelini çizmelerini istemiştir. Öğrencilerin çizdikleri atom modelleri benzeşim modelleri açısından gruplandırıldığında, ilköğretim öğrencilerinin %52,3'ünün, ortaöğretim öğrencilerinin ise %47,2'sinin Güneş sistemi modelini çizdiği görülürken, her iki grubun da ikinci olarak tercih ettikleri modelin medyatik model olduğu görülmüştür. İlköğretim öğrencilerinden elektron kabuğu modelini çizen öğrencilerden birkaçının çizimlerinde “atomu koruyan kabuk” gibi ifadelerle karşılaşılrken, hücre etkili model çizen öğrencilerin bazılarının ise hücre kavramını atom modellerinde kullanmanın yanı sıra şekil olarak da hücreyi çizdikleri görülmüştür. İlköğretim öğrencilerinin bazılarının güneş sistemi ile medyatik modeli, güneş sistemi ile üzümlü kek modelini ya da güneş sistemi ile orbital modelini birleştirerek; ortaöğretim öğrencilerinin bazılarının ise üzümlü kek ve güneş sistemi modelini ya da orbital ve güneş sistemi modelini birleştirerek hibrit modeller oluşturdukları görülürken, bazı öğrencilerin çizimlerinin ise hiçbir benzeşim ya da tarihsel modele uymadığı görülmüştür. Öğrencilerin zihinsel modelleri tarihsel modeller açısından gruplandırıldığında, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin en çok Rutherford Atom Modelini tercih ederken, ikinci olarak da Bohr Atom Modelini tercih ettikleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda ilköğretim öğrencileri ile ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin birbirine paralel olduğu ancak ortaöğretim öğrencilerinin cevaplarının daha çok çeşitlilik taşıdığı görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin zihinsel modellerinin benzeşim modelleri ve tarihsel modellerden etkilendiği ve öğrencilerin zihinlerinde Modern Atom Teorisinin yapılanmadığı, ders kitaplarında birçok atom ve benzeşim modeline yer verildiği ancak Modern Atom Teorisine yeteri kadar vurgu yapılmadığı belirtilmiştir.

Albanese ve Vicentini (1997) çalışmalarında, İtalya'da 30 ortaokul (14-16 yaş) öğrencisiyle çalışarak, temel aldıkları iki çalışmada belirtilmiş olan, 'öğrencilerin atom ve moleküllerin makroskobik maddenin tüm özelliklerine sahip olduklarını düşündükleri' bulgusunu açık uçlu sorulardan oluşan bir anket uygulayarak doğrulamayı amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda İtalyan öğrencilerinin verdikleri cevapların diğer çalışmalardakilerle nicelik olarak uyumlu olduğu görülmüştür. Öğrenciler, atom ve moleküllerin özelliklerinin, parçası oldukları maddenin özellikleriyle aynı olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca çalışmalarında temel aldıkları çalışmaların sorularından farklı olarak atomun rengi ile ilgili soru sormuşlar ve bu soru, öğrencilerin atomun makroskobik maddeler gibi davrandığı inancını açığa çıkarmada özellikle etkili olmuş, örneklemin %80'inin atomu renkli ifade ettiği görülmüştür.

Harrison ve Treagust (1996), 8, 9 ve 10. sınıf öğrencilerinin atom ve moleküle ilgili zihinsel modellerini araştırdıkları bu çalışmada, 48 öğrenciyle yarı yapılandırılmış mülakatlar yapmışlardır. Öğrenci cevapları; atom, atomun boyutu, maddenin bileşimi, atomun canlılığı, atomun şekli, atomun özelliği, elektron kabuğu, elektron bulutu, moleküler model ve modelleme becerisi kategorilerinde sınıflandırılmış ve bu sınıflara göre analiz edilmiştir. Öğrencilere 6 farklı atom modelinin bulunduğu bir tablo gösterilmiş ve kendilerine göre *iyi-daha iyi-en iyi* olan ve hoşlanmadıkları atom modellerini belirtmeleri istenmiştir. Bunun sonucunda 22 öğrencinin 'en iyi' olarak güneş sistemi modeli diye de adlandırabileceğimiz medyatik modeli (orbits model) seçtikleri görülürken hoşlanmadıkları atom modeli olarak ise kendilerine karmaşık gelen modern atom teorisi (orbitals model)'ni seçtikleri görülmektedir. Her ne kadar çoğu öğrenci atomları "çok çok küçük bir top, inanılmaz derecede küçük" olarak düşünseler de, birçoğu atomların güçlü bir mikroskop kullanılarak görülebileceğine inanmaktadırlar. Öğrencilerin büyük çoğunluğu maddenin atomdan oluştuğunu belirtirken, bir kısmı maddenin başka şeylerden oluştuğunu belirtmiştir. Öğrencilerin neredeyse $\frac{4}{5}$ 'ü atomun canlı olmadığını belirtmiş geri kalan $\frac{1}{4}$ 'i ise atomların canlı olduğunu, büyüdüğünü ve bölündüğünü belirtmişlerdir. Atomun şekli hakkındaki sorulara öğrencilerin çoğu top ya da küreye benzer cevabı verirken, bir kısmı çekirdek ve elektronlardan oluşan basit bir diyagram, geri kalan kısmı ise basit bir çember içinde bir çember cevaplarını vermişlerdir. Öğrencilerin %54'ü atomu sert polistiren bir küreye

benzetirken, %38'i sert merkezi bulunan bir ponpona benzetmiştir. Öğrencilerin yarısı elektron bulutu kavramını daha önce duymuşken, yarıdan fazlası elektron kabuğu kavramını duymadıklarını belirtmişlerdir. Çalışmada ayrıca öğrencilerin modelleme seviyeleri incelenmiş, 28 öğrencinin 1. seviyede olduğu, yani öğrencilerin modelin yapısı ile gerçek arasında güçlü bir ilişki olduğunu düşünmekte oldukları ortaya çıkmıştır.

Örneklemini 8, 9 ve 10. sınıf (13-17 yaş) Macar öğrencilerinin oluşturduğu Tóth ve Ludányi (2007) tarafından yapılan çalışmada, atom kavramına ilişkin öğrencilerin düşünme şekillerini (thinking patterns) belirlemek ve çalışmadan çıkan sonuçları Unal and Zollman (1999) tarafından yapılan, 'Amerikan öğrencileri' örneklemleri aynı çalışmanın sonuçlarıyla karşılaştırıp Macar ve Amerikan öğrencilerinin konuyla ilgili fikirlerinin benzerlik ve farklılıklarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin düşüncelerini açığa çıkarmak ve bilişsel yapılarındaki değişimi takip etmek amacıyla analiz için yeni geliştirilen bir metot olan fenomenoloji ve bilgi uzayı teorisi kullanılmıştır. Öğrenci cevapları fenomenolojik analize göre, 'maddenin yapıtaşları', 'atomun bileşenleri' ve 'atom modelleri' olmak üzere 3 kategoriye ayrılmış ve bu kategoriler arası ilişkiler, kategorilerin hiyerarşisine göre, bilgi uzayı teorisine uyarlanarak belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, öğretim boyunca öğrencilerin başlangıçtaki bilgi yapılarının daha çeşitli hale geldiğini ancak öğretim sonunda öğrencilerin zihinlerindeki kategorilerin organizasyonunun tekrar bir modelle temsil edilebildiğini göstermiştir. Başlangıçta 'maddenin yapıtaşları' kategorisi 'atomun bileşenleri' ve 'atom modelleri' kategorilerinden bağımsız olduğu ve sadece 'atom modelleri' ile 'atomun bileşenleri' kategorileri arasında bir bağlantı olduğu gözlenmiştir. Öğretimle birlikte kategoriler arasındaki bağlantıların değişmesi hedeflense de, Amerikan öğrencilerinde bağlantılar aynı kalırken Macar öğrencilerinde değişiklik gösterdiği görülmüştür.

Tezcan ve Salmaz (2005) çalışmalarında geleneksel ve bütünleştirici öğretim yöntemlerinin öğrencilerin atomun yapısını öğrenmelerine etkilerini karşılaştırmayı; öğrencilerin atomun yapısını kavrayarak bilimsel işlem becerileri, mantıksal düşünme yetenekleri ve ön bilgilerinden nasıl etkilendiklerini saptamayı ve konu ile ilgili kavram

yanılgılarını belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında, 53 lise 1. sınıf öğrencisi ile çalışmışlardır. Bütünleştirici yöntemin anlatım yöntemine göre daha başarılı bulunduğu bu çalışmada, öğrencilerin ön bilgilerinin ve mantıksal düşünme yeteneklerinin atomun yapısını kavramaları üzerine bir etkileri yokken, bilimsel işlem becerilerin olumlu bir etki yaptığı görülmüştür. Öğrencilerin atomla ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarından bazıları şöyledir: *Bazı maddeler atomlardan oluşur, atomların tamamı içi dolu plastik küreye benzer, atomlar canlıdır, atomun çekirdeği atomun çalışmalarını kontrol eder, atomun yapısı böğürtlene benzer, atomlar mikroskop altında görülebilir, atomlar görülebilecek kadar küçüktür, günlük hayattaki büyüklükler ile atom büyüklüğü kıyaslanabilir, bütün atomlar aynı ağırlığa sahiptir.*

Bektaş (2003) lise 1. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kavram yanılgılarını tespit ederek nedenlerini araştırmayı ve öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, bilimsel işlem becerileri ve ön bilgilerini devre dışı bırakarak, kavram yanılgılarının giderilmesinde yapılandırmacı yaklaşım ile düz anlatım yönteminin etkilerini karşılaştırmayı amaçladığı tez çalışmasında deney grubunu 39, kontrol grubunu ise 37 öğrenci oluşturmuştur. Bu bağlamda öğrenim öncesi olarak öğrencilere mantıksal düşünme yeteneği testi, bilimsel işlem beceri testi, ön bilgi testi ve kavram testi uygulanmış; öğrenim sonrası olarak ise kavram testi tekrar uygulanmış ardından her iki gruptan belirlenen 12 öğrenci ile mülakat gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, tüm değişkenlerin kontrol altına alınması durumunda öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde düz anlatım yöntemi ile yapılandırmacı yaklaşımın etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ve öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili birçok kavram yanılgısına sahip oldukları görülmüştür. Çalışmada açığa çıkan öğrencilerin atom ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları aşağıdaki gibidir:

Elektronlar pozitif yüklü bir küre içerisinde homojen olarak dağılmışlardır; elektronlar çekirdeğin etrafında dairesel yörüngelerde hareket ederler; mikroskopla atomları görebiliriz; bilim adamları atomu görmüşlerdir; kitap yazarları atomu gördükleri için kitaplara şeklini çizmişlerdir; atom modelleri, bilim adamları atomları görüp modellerini çizdikleri için, gerçeği yansıtır; atom modelleri, Dalton, Thomson,

Rutherford, Bohr gibi bilim adamlarının atomla ilgili modelleri olduğuna göre ve bunları da ders kitapları yazdığına göre, gerçeği yansıtır; atom modelleri, bilim adamlarının deneysel gözlemlerine ve akılcı tahminlerine dayalı açıklayıcı şekiller oldukları için, gerçeği yansıtır; “bir atomun çekirdeğinde protonlar ve nötronlar bulunmaktadır” fikri günümüzde geçerliğini yitirmiştir; “elektronlar negatif yüklü taneciklerdir” fikri günümüzde geçerliğini yitirmiştir; bir elementin atomları aynı kütleyle sahiptir; hareketlilik canlılık özelliğidir, atomlar hareket ettikleri için canlıdır; atom çekirdeği ile elektronlar arasında hava vardır; atomların da halleri vardır; somut olarak bir elektron bulutu vardır, elektron bulutlarının içinde de elektronlar gömülüdür; elektron kabuğunun görevi atomu dış etkilere korumaktır; gökyüzündeki bulut gibi gerçek bir elektron bulutundan bahsedilir; molekül atomun en küçük birimidir.

Unal ve Zollman (1999) çalışmalarında öğrencilerin *atomun yapısı, bileşenleri ve tahmini konumları, atomun boyutu ve atom tarafından açığa çıkarılan enerji* hakkındaki düşüncelerini araştırmışlardır. Örneklemini 9, 10, 11 ve 12. sınıftan 239 öğrencinin oluşturduğu çalışmada, konuyla ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını açığa çıkarmak yerine, açık uçlu bir soruyla karşılaştıklarında atomu nasıl tanımladıkları araştırılmıştır. Bu bağlamda fenomenografik yöntem kullanılmış, öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar ‘maddenin birimleri’, ‘atomun bileşenleri’ ve ‘atom modeli’ ana başlıklarında sınıflandırılmış ve bu ana başlıklara alt başlıklar da eklenerek öğrencilerin cevapları hiyerarşik bir sıraya göre kategorize edilmiştir. Çalışmada 9. sınıf öğrencilerinin %46’sı, 10. sınıf öğrencilerinin %28’i, 11. sınıf öğrencilerinin ise %26’sı en yüksek iki kategori olan ‘bileşenler ve modeller’ ya da ‘birimler, bileşenler ve modeller’ kategorisine giren cevaplar vermişlerdir. 9. sınıf öğrencilerinin, 10. ve 11. sınıf öğrencilerinden daha yüksek seviyede cevaplar vermiş olmalarının nedeninin ise 9. sınıf öğrencilerinin konuyu yeni tamamlamış olmaları ve öğrencilerinin çoğunun daha önceki derslerde veya yıllarda öğrendikleri bilgileri hatırlamamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. 9. sınıf haricinde öğrencilerin %69’u atomun *bugünkü teknolojiyle görülebildiğini* düşünürken, 9. sınıf öğrencileri *atomun bazı keşiflerle gelecekte görülebileceğini* belirtmişlerdir. Yine öğrencilerin çoğu mikro dünyanın boyutu hakkında emin olmayarak, atomu *çok küçük ama direkt olarak gözlenebilir bir şey* olarak düşünmektedirler.

Cokelez ve Dumon (2005), Fransız lise öğrencilerinin atom ve molekül kavramlarıyla ilgili kavram yanılgılarını tanımlayıp açıklamayı amaçladıkları çalışmalarında, 10, 11 ve 12. sınıftan 930 öğrenciye 4 açık uçlu sorudan oluşan tanılayıcı bir anket uygulamışlardır. Çalışma sonucunda genel olarak öğrencilerin öğrenim hayatları boyunca tercih ettikleri modelin 'küresel atom modeli' olduğu, ama yine de 10. sınıftan 12. sınıfa doğru bu modeli çizen öğrencilerde bir düşüş gözlemlendiği belirlenmiştir. Ders kitaplarında kullanılmayıp sadece tarihi süreçle ilgili dokümanlarda bulunmasına, hatta resmi talimatların 2 boyutlu bu modeli yasaklamış olmasına rağmen, Güneş sistemi atom modelinin kullanımının 10. sınıftan 12. sınıfa doğru artış gösterdiği görülmüştür. Bunların aksine ders kitabı yazarlarının ve program geliştiricilerin kabul ettiği model olmasına rağmen, elektron bulutu modelini seçen öğrenci yüzdelerinin farklı sınıflar arasında çok küçük farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Yine öğrencilerin atom ve molekül kavramlarını, ayrıca proton-nötron, nötron-elektron, iyon-yüklü parçacık gibi atomu tanımlarken kullanılan kavramları birbirlerine karıştırdıkları gözlemlenmiştir.

Ben-Zvi ve diğerleri (1988) çalışmalarında atom modelinin kapsadığı bazı kavramların öğrenciler tarafından nasıl anlaşıldığı ve nasıl görüldüğü, öğrencilerin farklı açıklama seviyelerini nasıl kullandıkları ve kimyagerlerin kullandıkları kimya dilini kullanırken hangi zorluklarla karşılaştıkları sorularına yanıt aramışlardır. 10. sınıftan (15 yaş) 275 öğrencilik örnekleme gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda, öğrencilerin bazılarının bir elementin atom ya da molekülünün elementi tanımlayan katının sertliği, gazın kokusu ve rengi gibi makro özelliklerine sahip olduğunu düşündükleri görülmüştür. Çalışma sonuçları, kimya öğrenmeye yeni başlayan birçok öğrencinin atomla ilgili çarpık zihinsel resimlere sahip olduklarını göstermiştir.

Harrison ve Treagust (2000a), öğrencilerin parçacık fenomeniyle ilgili zihinsel modellerini araştırmayı ve atom, molekül ve kimyasal bağların öğretimi için kullanılan analogik modellerle etkileşimlerini test etmeyi amaçlamışlardır. Bu bağlamda, bir yıl boyunca 10 tane 11. sınıf öğrencisinden oluşan örnekleme konu anlatılmış, bu süreçte konu öğrenim öncesi, öğrenci çizimleri, atom ve molekülle ilgili olayların öğretildiği ses ve video kayıtları, analogik modellerin kullanıldığı tartışmaların kopyası, öğretmen-

öğrenci diyalogları ve birkaç öğrenci-öğrenci etkileşimi, çalışma kâğıtları, testler, denemeler ve sınavlar ile ikinci yazar tarafından yapılan bir mülakatı kapsayan öğrenci portfolyoları oluşturulmuştur. Ve her on öğrencinin portfolyoları belirgin bir açıklama yapmak için analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları, atom, molekül ve kimyasal bağlar için kullanılan yaygın analogik modellerin paylaşılan ve paylaşılmayan özelliklerini sosyal olarak aktaran öğrencilerin, bu modelleri sürekli kullandıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca, çok yönlü model kullanımına teşvik edilen öğrenciler, parçacıklar ve karşılıklı ilişkileri ile ilgili ‘doğru’ ya da en iyi analogik modele yoğunlaşan öğrencilere nazaran, daha bilimsel anlayışlar geliştirmişlerdir. Çalışma sonuçları ayrıca, analogik modellerin sistematik bir biçimde sunulduğu ve yetenekli öğrencilere modeli keşfetmeleri ve kullanmaları yönünde fırsatlar tanındığı zaman, öğrencilerin soyut kavramları anlamalarının artacağını göstermiştir.

Adbo ve Taber (2009) çalışmalarında öğrencilerin madde ile ilgili geliştirdikleri parçacık seviyesindeki zihinsel modellerini araştırmayı amaçlamışlardır. Bu bağlamda iki farklı okuldan 16 ila 19 yaşlarında 18 öğrenciden oluşan örnekleme, öğrencilerin kendi çizdikleri atom ve katı-sıvı-gaz modellerine dayanan yarı yapılandırılmış mülakatlar uygulanmıştır. Çalışmada öğrenciler atomu ‘büyük hareketsiz bir çekirdeğin çevresinde hareket eden elektronlar bulunan 3 boyutlu bir yapı’ olarak betimlemişlerdir. 9 öğrenci elektronların yörüngeler içinde hareket ettiklerini belirtirken diğer 9 öğrenci ise elektronların atom enerji aldığı anda ayrıca yörüngeler arasında hareket ettiklerini belirtmiştir. Öğrencilerin hepsi atomun hacminin büyük bir kısmını çekirdeğin oluşturduğunu düşünmektedirler. Çalışmada, genellikle öğretmenler ve İsveç’teki ders kitabı yazarları tarafından kullanılan, Bohr atom modelinin temel alındığı atom modellerinin, öğrencilere orantısız büyüklükte ve hareketsiz bir çekirdek imajı vermekte, gezegen modelinin üzerinde durmakta, katı halde hareketsizliğe ve hâl değişimlerinde moleküler bozulmalara yol açan bir mantık zincirinin oluşmasına sebebiyet vermekte olduğu belirtilmiştir.

Alandaki en kapsamlı çalışma ise Griffiths ve Preston (1992) tarafından yapılmıştır. 12. sınıf lise öğrencilerinin (16-18 yaş) atom ve molekülün temel özellikleri ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını saptamayı amaçladıkları çalışmalarında, molekül ve atom

olmak üzere iki ana kategoriden oluşan mülakatlar gerçekleştirmişlerdir. İlk kategoride su molekülü örneği kullanılarak molekülün yapısı, düzeni, boyutu, şekli, ağırlığı, bağlanma ve enerjisi ile ilgili sorular sorulmuştur. İkinci kategoride ise atomun yapısı, şekli, boyutu, ağırlığı ve algılanan animistik (canlılık) özellikleri ile ilgili sorular sorulmuştur. Çalışmada ortaya çıkarılmış olan öğrencilerin atom ve molekülle ilgili sahip oldukları 52 kavram yanılığısından atomla ilgili olanları aşağıdaki gibidir:

Öğrenciler atomun yapısını, bir çember içine bileşenleri temsil etmesi için noktalar koyarak çizmişler ve *atom içinde bileşenlerini barındıran bir küreye benzer* açıklamasında bulunmuşlardır. Atomu temsilen kullanılan katı kürelerden kaynaklandığı düşünülen, *atom katı bir küreye benzer* kavram yanılığı ortaya çıkmıştır. Yine öğrenciler, *atom rastgele dağılmış olan birkaç nokta ya da yuvarlağa benzer* açıklamasında bulunmuşlardır. Bu öğrencilerin aksine 2 öğrenci, *atomların düz olduğunu* belirtmiştir. Sadece iki öğrenci bu kavram yanılığına sahip olsa da, 3 boyutlu atomları temsilen kullanılan 2 boyutlu çizimlerin etkisini göstermesi açısından önemli bir kavram yanılığı olduğu belirtilmiştir. 4 öğrenci *elektronların yörüngeler (orbits) içinde dolandıklarını* belirtirken, 14 öğrenci de *maddenin atomlar arasında oluştuğunu* belirtmişlerdir. Atomun boyutu hakkında ise öğrenciler, *atomun mikroskop altında görülebilecek büyüklükte olduğu* ve *atomların moleküllerden büyük olduğu* kavram yanılıklarına sahiplerdir. 4 öğrenci *atomların aynı büyüklükte olduğunu* düşünürken, diğer 4 öğrenci de *atomların boyutlarını öncelikli olarak proton sayılarının belirlediğini* söylemiştir. Atomun boyutunun değişip değişmediği, değişirse hangi durumlarda gerçekleştiği sorulduğunda öğrencilerin 6'sı *sıcaklığın*, diğer 6'sı ise *atomlar arasındaki çarpışmaların atomun boyutunda değişikliğe neden olacağı* cevabını vermişlerdir. Atomun kütlesi hakkında sorular sorulduğundaysa öğrencilerin çoğu *farklı element atomlarının farklı kütlelere sahip olduğunu* belirtirken, öğrencilerin 7'si *tüm atomların aynı kütleyle sahip olduğunu* belirtmiştir. Öğrenciler atomun kütlesini ise "*tüy kadar hafif*", "*hava kadar hafif*" gibi cevaplar vererek açıklamaya çalışmışlardır. Atomun canlılığı ile ilgili sorular sorulduğundaysa öğrencilerin yarıdan fazlasının atomun *canlı olduğunu* düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bu düşünce tüm doğanın canlı ve duyarlı olduğunu ileri süren "hilozoizm" düşünce akımı ile örtüşmektedir. Benzer bir başka kavram yanılığı ise atomların *bazılarının canlı* olduğu yönündedir. Neden canlı

oldukları sorulduğundaysa öğrencilerin 10'u *canlılar, çünkü hareket ediyorlar* cevabı vermişlerdir.

Park ve Light (2009) tarafından yapılan, atomik yapıyı öğrenmede kavramsal engelleri daha iyi anlamak için bu temel bilimsel kavramın zor doğasını ortaya çıkarmanın amaçlandığı bu çalışmada, kimya bölümü 1. sınıftan 20 öğrenciden oluşan örneklemden seçilen 3 başarılı öğrenci ile öğretim öncesi ve öğretim sonrası yapılan mülakatlardan elde edilen cevaplar analiz edilmiş ve ayrıntılı bir şekilde karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin 'olasılık' ve 'enerji kuantizasyonu' kavramlarını öğrenirlerken zorluk yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Anlaması güç kavramların ortaya çıkardığı engelleri aşmak ve öğrencilere kendi alternatif kavramlarının derecesinden hedef modele ulaşması sürecinde yol göstermek için, 'olasılık' ve 'enerji kuantizasyonu' kavramlarının özellikleri ve zor doğası program geliştirme ve eğitim basamaklarında daha çok dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir.

Park, Light, Swarat ve Denise (2009) öğrencilerin atomun yapısı hakkındaki öğrenme süreçlerini değişim teorisi (variation theory) ile açıklamayı amaçladıkları çalışmalarında, atomun yapısı hakkında öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası bilgilerini belirlemek amacıyla 439 üniversite öğrencisine açık uçlu sorulardan oluşan öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası uygulamış, 15 öğrenciyle ise öğrenim öncesi ve sonrası yapılandırılmış mülakatlar yapmışlardır. Atomun yapısı için bölünebilirlik, dairesel yörüngeler, kuvvet, çoklu orbitaller, enerji kuantizasyonu, olasılık, orbital şekli ve dalga fonksiyonu olmak üzere 9 hiyerarşik özellik belirlenmiştir. Çalışmada bulunan, öğrencilerin belirttiği 13 atom modeli, parçacık modeli, çekirdek modeli, Bohr modeli ve Kuantum modeli olmak üzere 4 tarihsel bilimsel model ve 10 seviye ile ilişkilendirilmiştir. Öğrenci kavramlarının açıklaması ve değişimlerin analizi öğrencilerin atomun yapısını nasıl anladıkları ve öğrenme zorlukları ile ilgili potansiyel kavramsal engeller hakkında bilgi sağlamıştır. Bu bağlamda öğrenme süreci, hiyerarşik düzendeki çeşitli öğrenci kavrayışları ile güçlük ve kapsam artışı boyunca kavramsal farkındalık yoluyla belirlenen öğrenme gelişiminden oluşan bir yapı olarak belirtilmiştir.

Özden (2009) ilköğretim öğretmen adaylarının çizim yöntemiyle atom ve molekül hakkındaki temel bilgileri ve kavram yanlışlarını açığa çıkarmayı amaçladığı çalışmasında, sınıf öğretmenliği, ilköğretim matematik öğretmenliği ve ilköğretim fen bilgisi öğretmenliği bölümünden toplam 92 öğretmen adayıyla çalışmıştır. Çalışma sonuçları, sınıf öğretmenliği ve fen bilgisi öğretmenliği programlarında okuyan öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun atom ve molekülle ilgili olarak çeşitli kavram yanlışlarına ve eksik bilgilere sahip olduklarını göstermiştir.

Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya (2002) çalışmalarında öğretmen adaylarının zihinsel modellerinin, atomun yapısını açıklamak amacıyla ilköğretim düzeyinden itibaren derslerde, ders kitaplarında ve görsel materyallerde kullanılan benzeşim modellerinden nasıl etkilendiğini araştırmışlardır. Bu bağlamda kimya öğretmenliği ve yan alanları fen bilgisi öğretmenliği olan ilköğretim matematik öğretmenliğinde okuyan öğrencilerin oluşturduğu örnekleme günümüzde geçerli olan atom modelini zihinlerinde nasıl canlandırdıklarını çizimleri istenmiştir. Öğrencilerin çizimleri 6 kategoride toplanmış ve çalışma sonuçları öğretmen adaylarının yaklaşık olarak %78'inin atomla ilgili zihinsel modellerinin Bohr Atom Modeline benzer bir yapıda olduğunu göstermiştir. Yine bazı öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili net bir zihinsel model oluşturamazken, bazılarının ise atomun yapısı ile ilgili ders kitabı kapaklarında, internet ve televizyonda gördükleri yanlış resimlerle bağlantılı zihinsel modeller oluşturdukları gözlenmiştir.

Nakiboğlu ve Poyraz (2006) çalışmalarında, atom ve kimyasal bağlar konusunda öğrencilerin “canlılık” ve “insana özgü dil” kullanım durumlarını incelemişler ve ülkemizdeki durumu alan yazındaki çalışmalarla karşılaştırmışlardır. Kimya ve kimya öğretmenliği bölümlerinden 324 üniversite öğrencisinin örneklemini oluşturduğu çalışma sonuçlarında, *gereksinim duymak, istemek, çalışmak, yakalamak* gibi insan davranışlarını ifade etmede kullanılan fillerin alan yazındaki bulgularla benzer olduğu görülürken, alan yazından farklı olarak da *hissetmek, rahat olmak, yer açmak, eğilmek, başvurmak, doyurmak, yakalamak, imece ve gayesi olmak* gibi insana özgü ifadelerin kullanıldığı görülmüştür.

Bak ve Ayas (2008) kavram haritası yöntemiyle öğrencilerin atom kavramı hakkındaki anlamalarını ortaya çıkarmayı amaçladıkları çalışmalarını, kimya öğretmenliği 4. sınıfta okuyan 23 öğrenciyle sürdürmüşlerdir. Öğrencilerden ‘atom ve yapısı’ ile ilgili kavram haritaları oluşturmalarının istendiği, ayrıca 4 öğrenciyle yarı yapılandırılmış mülakat gerçekleştirildiği çalışma sonucunda, ‘atomun yükü’ kategorisinde birkaç öğrencinin atomu pozitif veya negatif olarak ifade ettiği görülürken, öğrencilerden biri nötronları “negatif yüklü tanecikler”, bir diğeri ise elektronları “çekirdeğin yüksüz taneciği” olarak belirtmiştir. Mülakat sonuçlarında ise iki öğrencinin atomu “maddenin en küçük yapı birimi” olarak belirttiği, bir öğrencinin “atomun çekirdek kabuğundan oluştuğu”nu ifade ettiği ve bir başka öğrencinin de “çekirdeğin proton, nötron ve elektronlardan oluştuğu”nu söylediği görülmüştür. Çalışmada öğrencilerin haritalarında atomla ilgili oldukça düşük oranda kavramlara yer vermeleri, öğrencilerin atomla ilgili yüzeysel anlamalara sahip oldukları şeklinde yorumlanmıştır.

Bu bölümde alan yazından atomun yapısı ile ilgili 22 çalışma incelenmiştir. Bu alan yazın incelemesi sonucu, atom kavramı ile ilgili yapılmış olan çalışmaların genellikle lise ve üniversite düzeyinde toplanmış olduğu, ilköğretim düzeyinde ise çalışmaların yeteri kadar yapılmamış olduğu görülmüştür.

1.3 Problem Durumu

İnsanoğlu her daim gerçeğin doğasını merak etmiştir. Bilim ve felsefe tarihi, dünyanın temel yapısını anlamak için geliştirilen çok çeşitli teorilerle doludur (Park, Light, Swarat ve Denise, 2009). Atomdan oluşan madde kavramı yaklaşık 2500 yıl önce Yunan filozofları Democritus (MÖ460) ve Leucippus ile doğmuştur. Modern Atom Teorisi, John Dalton (1766-1844)’ın çalışmalarıyla doğmuş ve simya ilminden elementler ve davranışlarıyla ilgili daha sistematik çalışmalar yönünde gelişmiştir. Eski teoriler atomu küre ya da top gibi tarif etmişlerdir. Bu düşünce Thomson’ın elektronu keşfi ve “Üzümlü Kek Atom Modeli”nin ortaya çıkmasıyla geliştirilmiştir. Ardından Rutherford’un, atomun neredeyse tamamının boşluk olduğunu ve yoğun bir çekirdeğe sahip olduğunu keşfi “Güneş Sistemi Modeli”nin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu model ise kısa süre sonra Bohr Atom Modeli ve açıklanması için özel matematiksel

hesaplamalara gerek duyulan daha da soyut bir atom modelini ortaya çıkaran Kuantum Mekaniği ile geliştirilmiştir (Harrison ve Treagust, 1996). Bu süreç boyunca, yani Democritus'un *fiziksel dünyanın atomik doğası* fikrinden kuantum teorisine kadar, "atomun yapısı" fen bilimlerinin önemli bir konusu olmuştur (Park ve Light, 2009).

Toplumları sosyal ve ekonomik yönden etkileyen, günümüz bilim ve teknolojisinde yaşanan hızlı gelişmeler, atom kavramının önemini artırdığı gibi fen eğitiminin de önemini artırmıştır. Bu bağlamda, gelişmiş toplumlar düzeyine erişebilmek için uygulanacak fen eğitimi programları, öğrencilerin bilgiyi ezberlemesini değil, anlamlı öğrenmesini gerektirmelidir. Fen bilimlerini okulda gördükleri teorik ve anlaşılması zor bilgiler bütünü olarak düşünmeyen; aksine merak eden, araştıran, eleştiren, karşılaştıkları problemlerde bilimsel süreç becerilerini etkili bir şekilde kullanan, başka bir söyleyişle fen bilimlerine ilgi duyan ve onu hayatının bir parçası haline getiren öğrenciler yetiştirmelidir. Bu bağlamda ülkemizde fen ve teknoloji öğretim programında, 2004 yılında yapılan değişiklikle beraber, öğrencilerin öğrenmede aktif rol oynadığı ve yeni kazandığı bilgileri kendilerinde var olan bilgilerle karşılaştırarak zihinlerinde yeniden yapılandırıldığını kabul eden yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı temel alınmaya başlanmıştır.

Öğrencilerin sınıfa gelmeden önce herhangi bir konu hakkında sahip oldukları bilgiler, aynı zamanda onların o konu hakkındaki içsel ve bireysel temsilleri olduğu için, zihinsel model olarak adlandırılabilir. Nakiboğlu ve diğer. (2002)'ne göre ilgilenilmediği durumda değişmeden kalabilecek doğru olmayan zihinsel modeller, kavram yanlışlarına yol açabilmektedirler. Aynı zamanda sahip olunan kavram yanlışları da doğru olmayan zihinsel modellerin yapılandırılmasına yol açıp, öğrencilerin bir üst düzey öğrenmelerini olumsuz etkileyebilmektedirler. Atom kavramı değil gözle, teknolojik cihazlarla bile görülemediğinden dolayı, modellerle anlatılan soyut bir kavramdır. Alan yazın incelendiğinde öğrencilerin atomla ilgili zihinsel modellerini oluştururlarken zorluk yaşadıkları ve bunun sonucunda çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür (Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Nakiboğlu ve diğer., 2002; Bektaş, 2003; Tezcan ve Salmaz, 2005). İlköğretim fen ve teknoloji öğretim programı incelendiğinde ise atom kavramının ilk defa 6. sınıfta

maddenin taneciklerden oluştuğu bilgisi kazandırılırken verildiği, 7. sınıfta ise sarmallık ilkesine göre biraz daha derinleştirilerek, atomun yapısı konusunun verildiği görüşmüştür. Öğrencilerin atomla ilgili temel öğrenmelerinin oluştuğu ilköğretim kademelerinde zihinsel modellerini oluştururlarken yaşayacakları zorluklar ve kavram yanlışları, öğrencilerin ilköğretimde fen ve teknoloji dersine, ortaöğretimde ise kimya dersine karşı olumsuz ilgi ve tutum geliştirmelerine neden olacak ve tespit edilip düzeltilmeyen kavram yanlışları ise üst düzey öğrenmelerini olumsuz etkileyecektir.

1.4 Problem Cümlesi

Bu çalışma “İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası atom kavramı ile ilgili zihinsel modelleri nasıldır ve öğrenim sonrası zihinsel modellerinde öğrenim öncesine göre ne tür farklılıklar oluşmaktadır?” problemi üzerine yürütülmüş olup, problemin dayandırıldığı temel hipotez aşağıdaki gibidir:

“İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin öğrenim öncesi zihinsel modellerinin bir kısmı, atomun anlaşılması zor soyut doğasından kaynaklı öğrenim sırasında değişmeye direnç göstermekte ve öğrenim sonrasında bir bölümü değişmeden kalmaktadır.”

1.5 Alt Problemler

Çalışmada, problem cümlesine bağlı olarak aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin, öğrenim sonrası atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri öğrenim öncesine göre ne tür farklılıklar göstermektedir?
2. İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin, öğrenim sonrası atomu günlük hayatlarından benzettikleri objeler öğrenim öncesine göre ne tür farklılıklar göstermektedir?
3. İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin, öğrenim sonrası atomun canlılığı hakkındaki düşünceleri öğrenim öncesine göre ne tür farklılıklar göstermektedir?
4. İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin, öğrenim sonrası atomun boyutu hakkındaki düşünceleri öğrenim öncesine göre ne tür farklılıklar göstermektedir?

5. İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin genel olarak öğrenim öncesi ve sonrası atom ile ilgili zihinsel modelleri arasındaki değişiklikler nelerdir?

1.6 Hipotezler

Çalışmada, problem cümlesine bağlı olarak cevap aranan her bir alt problem için geliştirilen hipotezler aşağıdaki gibidir:

1. Öğrenim öncesinde, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu atomu yuvarlak içi dolu tanecikler olarak düşünür. Öğrenim sonrasında ise öğrencilerin çoğu Bohr Atom Modelini tercih eder. Zihinsel modelleri öğrenim sonrasında, öğrenim öncesine göre daha bilimsel bir hâl alır ancak -alan yazındaki kavram yanılgılarına paralel- bir takım kavram yanılgıları devam eder.
2. Öğrenciler öğrenim öncesinde de öğrenim sonrasında da atomu genellikle yuvarlak objelere benzetirler. Öğrenim sonrasında benzettikleri objelerin boyutlarında küçülme gözlenir.
3. İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin öğrenim öncesinde büyük bir kısmı atomun canlı olduğunu düşünür. Öğrenim sonrası ise bu oran azalır ancak hâlâ canlı olduğunu düşünen öğrenciler vardır.
4. Öğrenim öncesinde öğrenciler atomun küçük olduğunu düşünür. Öğrenim sonrasında görülemeyecek kadar küçük olduğunu bilirler. Ancak yine de tam olarak zihinlerinde atomun boyutunu canlandıramazlar.
5. Öğrencilerin öğrenim öncesi cevaplarının çeşitliliğinde, öğretim sonrasında bir azalma görülür ve cevaplar daha bilimsel bir görünüm kazanır. Öğrenciler ders kitabındaki tanımlara benzer cevaplar verirler. Öğrenim öncesi sahip oldukları kavram yanılgılarının bir kısmı öğrenim sonrasında da görülür.

1.7 Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın kapsamı ve sınırlılıkları aşağıda belirtildiği gibidir:

1. Araştırma Samsun ili Atakum ilçesindeki 3 ilköğretim okulunda, her okuldan 2'şer şubeden, öğrenim öncesi 217, öğrenim sonrası 215 ilköğretim 7. sınıf öğrencisi ile sınırlıdır.
2. Araştırma ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atomla ilgili zihinsel modellerinin yapılandırma sürecini ortaya koyacak 4 soru ile sınırlıdır.

1.8 Araştırmanın Sayıtları

Bu çalışmanın sayıtları aşağıda belirtildiği gibidir:

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin araştırma sorularını içtenlikle ve ciddiye alarak cevapladıkları varsayılmıştır.
2. Öğrencilerin zihinlerindeki atom modellerini iyi bir şekilde çizebildikleri ve sorularda atom modellerini açıklayan cevaplar verdikleri varsayılmıştır.
3. Araştırmaya katılan öğrencilerin bireysel farklılıkları dikkate alınmayarak aynı bilişsel dönemde oldukları varsayılmıştır.
4. Uygulama yapılan sınıflarda yapılandırmacı anlayışa göre eğitim verildiği varsayılmıştır.

1.9 Araştırmanın Önemi

Gelişen bilim ve teknolojiye ayak uyduran ve bu gelişimin çarkları arasında yer alan bir toplum olmak, fen okur-yazarı bireyler yetiştirmekten, fen okur-yazarı bireyler yetiştirmek ise bireylerin fen bilimlerine ilgi duymalarını sağlamaktan geçer. Bu ilgiyi korumak öğrencilerin fen bilimlerini kavrayıp başarılı oldukları sürece mümkündür. Bu ise öğrencilerin fen kavramlarını doğru bir şekilde yapılandırmalarını sağlamayı gerektirir.

Atom, fen bilimlerinin yapıtaşlarından biri olan ve gelişen bilim ve teknolojiyle önemi daha da artan bir kavramdır. Bu nedenle fen eğitiminde atom kavramının öğrenciler tarafından istendik şekilde yapılandırılmasının sağlanması gün geçtikçe fen eğitimi için daha çok önem kazanmaktadır. Nakhleh (1992)'ye göre çalışma sonuçları, fen

eğitiminde kimya öğrenmeye yeni başlayan birçok öğrencinin atomla ilgili doğru olmayan zihinsel modellere sahip olduklarını göstermiştir. Birçok öğrenci, zorluklarına rağmen, ortaöğretimde kimya öğrenmek için büyük çaba sarf etmekte ancak fen eğitiminde sahip oldukları bu zihinsel modellerin etkisiyle başarılı olamamaktadır. Bu öğrenciler, temel kavramlar üzerine yapılandırılacak olan daha üst düzeydeki kimya kavramlarını tam olarak anlayamamakta ve bu nedenle anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi güçleşmektedir.

Bu konudaki eğitimi geliştirmek için bu zihinsel temsilleri etkileyen etmenleri açığa çıkarmak gereklidir. Belirli bir konuda geliştirilen bir zihinsel model, genel olarak içsel ve dışsal etmenlerin etkisiyle ortaya çıkar denilebilir. *Dışsal faktörler*, öğrenilen bilgileri ve ders kitapları, öğretmenler gibi bilgiye aracılık eden kaynakları kapsar. Bilgiye aracılık eden kaynaklar kimi zaman temel zorluğu dikkate almazlar ve karmaşayı artırabilirler. İçsel faktörler ise öğrencilerin inandığı bir takım kavramlara dayanır. Eğer öğrenciler birçok kavram yanılıısına sahiplerse, bu yanılıgıları yeni bilgilerle değiştirip yapıya uydurmak epey zor olacaktır. Diğer içsel faktör ise, zihinsel modelin var olma yolunu etkileyen bilişsel özelliklerin, öğrencinin yeni zihinsel modelini belirlemek için dışsal faktörlerle etkileşime geçmesidir (Ben-Zvi ve diğer., 1988). Buradan da anlaşılabilceği gibi öğrencilerin zihinsel modellerindeki kavram yanılıgılarına öğrencinin bilişsel gelişim düzeyi, daha önceden sahip oldukları kavram yanılıgıları, inançları, öğretmenler, ders kitapları, ön bilgileri gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin öğrenim öncesinde sahip oldukları zihinsel modelleri belirlemek, yapılandırma sürecinin temelini oluşturacak olan bu bilgilerin doğruluğu ya da yanılışlığını bilip, öğrencilerin bilgiyi istendik şekilde yapılandırabilmelerine zemin sağlamak amacıyla, öğretim durumlarını bu doğrultuda düzenlemeleri açısından öğretmenlere faydalı bilgiler sağlayacaktır. Benzer şekilde, öğrencilerin öğretim sonrası zihinsel modellerini belirlemek ise, sahip oldukları kavram yanılıgılarını düzeltebilmeleri için öğretmenlere, bu kavram yanılıgılarına neden olabilecek ifadelerin düzeltilmesi için ders kitabı yazarlarına ve hedeflerin ulaşılabilirliğini denetleyebilmeleri içinse program geliştirme uzmanlarına dönüt sağlamak açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı çerçevesinde, öğrencilerin atom kavramı ile ilgili temel öğrenmelerinin oluştuğu 7.

sınıfta, atom kavramı ile ilgili yapılandırdıkları zihinsel modellerini incelemek, öğrencilerin üst düzey öğrenmeler gerçekleştirebilmelerini sağlayabilmek açısından önem taşımaktadır.

Fen ve teknoloji öğretim programı incelendiğinde atom kavramıyla öğrencilerin, “Madde ve değişim” öğrenme alanı üzerinde yapılandırılmış olan 6. sınıf “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesinde tanıştıkları, atomun yapısının ise 7. sınıfta yine aynı öğrenme alanına ait olan “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde anlatıldığı görülmüştür. Ancak alan yazın incelendiğinde konu ile ilgili yapılan çalışmaların genellikle lise ve üniversite düzeyinde olduğu, ilköğretim düzeyinde yeterli derecede çalışma yapılmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu çalışma ilköğretim kademesinde gerçekleştirilerek, alan yazındaki bu boşluğu doldurması açısından önem taşımaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

2. TEORİK ALTYAPI

Bu bölümde araştırmanın temelini oluşturan teorik kavramlara yer verilmiştir. Teorik kavramlar sunulurken genelden özele bir yapı izlenmiştir. Bu bağlamda atom modellerinin daha iyi anlaşılabilmesi için model nedir sorusuna cevap aranmıştır. Analogik modeller sınıflandırmalarıyla birlikte verilmiş, sentetik modellerin tanımı yapılmış, zihinsel model ise daha ayrıntılı açıklanmıştır. Ardından çalışmanın dayandırıldığı Bilişsel Gelişim Kuramı verilmiştir.

2.1 Model Nedir?

Treagust, Chittleborough ve Mamilia (2002)'ya göre yapılandırmacı öğrenmede fen öğrenmek, öğrencilerin kendi fikir ya da kavramlarına sahip olmalarını, bu fikir ya da kavramlarını yeniden yapılandırmalarını, içselleştirmelerini ve açıklayabilmelerini gerektirmektedir. Ancak yapılan çalışmalar öğrenci ve öğretmenlerin, bu süreçte önemli bir yere sahip olan modellerle ilgili tam anlamıyla doğru değerlendirmelerde bulunmadıklarını göstermektedir. Grosslight, Unger, Jay ve Smith (1991)'nin örneklemini 7. ve 11. sınıf öğrencileri ile uzmanların oluşturduğu çalışmalarında öğrencilerin neredeyse tamamının; Treagust ve diğer. (2002)'nin 8, 9 ve 10. sınıf (13-15 yaş) öğrencileriyle; Güneş, Bağcı ve Gülçiçek (2004)'in ilköğretim ve ortaöğretim okullarında görev yapan öğretmenlerle ve yine Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004)'nin eğitim fakültelerinde fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik eğitimi alanlarındaki öğretim elemanlarıyla yaptıkları çalışmalarında ise çalışmaya katılanların çoğunun, modeli gerçeğin birebir kopyası olarak düşündükleri görülmüştür. Ayrıca Chittleborough ve Treagust (2007), öğrencilerin kimyasal modelleri kullanma ve yorumlama becerilerinin, kimyasal kavramları anlama yetilerini etkilediğini ve bu modelleme becerisinin öğrenilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle araştırmanın temelini oluşturan zihinsel model kavramı açıklanmadan önce model kavramının irdelenmesi yerinde olacaktır.

Bilimin geçmişteki ve günümüzdeki uygulamalarına bakıldığında, *bilardo topları*, *üzümlü kek* ve *güneş sistemi* atom modelleri; *sıvı akışı* elektrik akımı modeli; ışığın *parçacık* modeli; astronomide *big bang* modeli; coğrafyada *tektonik tabaka* modeli; paleontolojide kemik parçacıklarından yapılan *dinozor* modelleri; populasyon ve kalıtım çalışmalarındaki matematiksel hesaplar; ekonomi ve mühendislikteki binlerce matematiksel model örneklerinde olduğu gibi, modellerle yaygın olarak karşılaşıldığı görülmektedir (Matthews, 2007). Bilimsel bir teori ile gerçek (deneyimlenen dünya) arasında köprü görevi gören modeller (Gilbert, 2004), bu örneklerden de anlaşılabilir gibi, karmaşık bir nesne veya sürecin basitleştirilmiş temsilleridir ve bir nesnenin nasıl oluştuğunun, nasıl davranacağını ve bu sürecin nasıl geliştiğinin anlaşılmasına ve varsayımlarda bulunulmasına olanak sağlamaktadırlar (Harrison, 2001).

Modeller, karmaşık olan ya da farklı bir ölçekte algılanan nesne, olay ya da fikirleri; ya da soyut şeyleri algılanır kılmakta ve zihinde daha kolay canlandırılmasına olanak sağlamaktadırlar (Gilbert, 1995; Akt: Gobert ve Buckley, 2000).

De Vos (1985) ve Van Hooft-Brouwer (1996) bilimsel modellerin genel bir tanımını vermek yerine, tüm modellerin sahip oldukları ortak özellikleri şu şekilde belirlemeye çalışmışlardır (Akt: Van Driel ve Verloop, 1999):

- (i) Bir model daima, temsil ettiği hedefle ilgilidir. ‘Hedef’ ile kastedilen bir sistem, olgu, süreç ya da nesne olabilir.
- (ii) Bir model, atom, dinozor, kara delik gibi direkt olarak gözlenemeyen ya da ölçülemeyen hedefler hakkında bilgi edinmek için kullanılan araştırma araçlarıdır. Bu nedenle, ev ya da köprü gibi bir nesnenin farklı boyutlarda gerçek kopyaları olan *ölçek modelleri* (Bkz. Bölüm 2.2.1.1.1., s. 28) bilimsel modeller olarak düşünülemez.
- (iii) Bir model temsil ettiği hedef sistemle direkt olarak etkileşim içinde olamaz. Bu nedenle bir fotoğraf ya da bir spektrum model olarak nitelendirilemez.

- (iv) Bir model, hedefe uygun benzetmelere dayanır, bu nedenle araştırmacıya hedefle ilgili çalışırken test edilebilir hipotezler oluşturma imkânı tanır. Test edilen bu hipotezler, hedef hakkında yeni bilgiler üretir.
- (v) Bir model, belirli özellikler bakımından hedefle farklılıklar gösterir. Genellikle model, mümkün olduğunca basite indirgenir. Araştırmanın özel amaçlarına bağlı olarak, modelin bazı yönleri kasıtlı olarak devre dışı bırakılabilir.
- (vi) Model oluştururken, araştırmacının özel seçimler yapabilmesine imkân tanımak için, modelin hedefle olan benzerlik ve farklılıkları arasında bir uzlaşma olmalıdır. Bu süreç araştırma soruları tarafından yönlendirilir.
- (vii) Model, hedefle ilgili yeni çalışmalar ortaya çıktıkça, hedefe ilişkin yeni deneysel bilgilerin modelde değişiklik yapmaya neden olabileceği birbirini tekrar eden bir süreç boyunca geliştirilir.

2.2 Analojik Modeller (Benzeşim Modelleri)

Harrison ve Treagust (2000a)'a göre, öğrencinin okuduğu ders kitabı, izlediği video ya da öğretmenin açıklamaları birer dışsal analojik modeldir. Analojik modelleri *somut*, *soyut* ve ders kitapları, öğretmenler ve öğrenciler tarafından kullanılan bilimsel obje ya da teorilerin *somut-soyut karışık* temsilleri olarak adlandırmaktadırlar.

Analojik modeller, analojik model ile hedef kavramın ortak özelliklerini belirtmek için bir şekilde basitleştirilmiş ya da abartılmış temsillerdir. Paylaşılmayan özellikleri aza indirmek için dikkatli planlama yapılmasına rağmen, analojik modeller bir yerde işlemez duruma gelirler. Analojik model ve hedef kavram arasında iki çeşit analoji çalışmaktadır. Bunlar, öğrencilerin analojiyi çabucak içselleştirmelerine olanak sağlayan *yüzeysel benzerlikler* ve kavramsal anlamayı geliştiren *derin sistematik süreç benzerlikleridir*. Ancak öğrenciler, öğretmenin onlardan beklediği sistematik ya da süreç analogisini algılamaları yerine gördükleri analojiyi algılamaktadırlar (Harrison ve Treagust, 2000b). Gylın (1991; Akt: Harrison ve Treagust, 2000b) bu yönüyle analogileri “iki tarafı keskin kılıç” olarak açıklamaktadır. Çünkü analoji öğrencilerin

konuyu anlamasını kolaylaştırmak amacıyla kullanılsa da, dikkatli kullanılmadığı durumlarda öğrencileri yanılgıya sürükleyebilmekte, hatta kavram yanılgılarına bile neden olabilmektedir.

2.2.1 Analojik Modellerin Sınıflandırılması

2.2.1.1 Gerçeği Temsil Etmek İçin Tasarlanan Somut ve Somut/Soyut Modeller

2.2.1.1.1 Ölçek modelleri

Hayvanların, bitkilerin, arabaların, gemilerin ölçek modelleri, onların renkleri, dış görünüşleri ve yapılarını betimlemek için kullanılmaktadır. Bu modeller, hedef objenin dış özelliklerini dikkatli bir şekilde yansıtmaktadırlar, ancak az sayıda da olsa içyapısını, fonksiyonlarını ve kullanımını belirtmektedirler (Harrison ve Treagust, 1998).

2.2.1.1.2 Pedagojik analojik modeller

Bu modeller, genellikle öğretmenlerin atom ve molekül gibi soyut ya da gözle görülemeyen özellikleri açıklamak için kullandıkları somut modellerdir (Harrison ve Treagust, 1998). Glynn (1991)'e göre analojik olarak adlandırılmasının nedeni modelin bilgiyi hedefle paylaşması, pedagojik olarak adlandırılmasının nedeni ise Shulman (1986)'a göre soyut ya da gözlenemeyen özellikleri açıklamak için öğretmenler tarafından geliştirilmiş olmasıdır (Akt: Harrison ve Treagust, 2000b). Analojik modelde bir ya da daha fazla özellik baskındır. Çünkü analojik modeller, belirli özellikler için analog (benzer şey) ve hedef arasındaki benzeşmeyi adım adım etkilemekte, analog özellikleri ise genellikle kavramsal özellikleri belirtmek için ya aşırı basitleştirilmekte ya da abartılmaktadır (Harrison ve Treagust, 2000b).

2.2.1.2 İletişim İçin Oluşturulmuş Soyut Modeller

Bu kategorideki modellere, kavramsal modelleri oluşturan pedagojik analogik modeller de denilmektedir (Harrison ve Treagust, 2000b).

2.2.1.2.1 Simgesel veya sembolik modeller

Kimyasal formüller ve kimyasal eşitlikler sırasıyla bileşik oluşumu ve kimyasal reaksiyonların sembolik modelleridirler. Formüller ve eşitlikler, açıklayıcı ve iletişimsel modeller olmalarına rağmen öğrenciler ve uzman olmayan öğretmenlerin gerçekte karıştırdıkları, kimya diline yerleşmiş modellerdir (Harrison ve Treagust, 1998). Formüller ve eşitlikler yorumlanmaya gereksinim duyarlar; örneğin CO₂ karbondioksiti temsil ettiği düşünülmektedir, ancak düşüncenin daha doğru olması için, OCO, O=C=O ve diğerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir (Harrison ve Treagust, 2000b).

2.2.1.2.2 Matematiksel modeller

Fiziksel özellikler, değişiklikler ve süreçler (ör. $k = PV$, $F = ma$), kavramsal ilişkileri özel bir şekilde belirten matematiksel eşitlikler ve grafikler olarak örneklendirilebilir (örn. Boyle Yasası). Ancak $F = ma$ formülü, sadece sınıflarda oluşturulamayacak sürtünmesiz ortamlarda geçerlidir. Bu nedenle, bu modellerin ideal doğalarının öğrencilerle tartışılması gerekmektedir (Harrison ve Treagust, 1998).

2.2.1.2.3 Teorik modeller

Elektromanyetik alan çizgileri ve fotonların analogik temsilleri teorik modellerdir çünkü bu modeller iyi yapılandırılmış ve insanlar tarafından oluşturulan teorik temellerle tanımlanmışlardır. Gazların hacmi, sıcaklığı ve basıncını modelleyen kinetik teori gibi teorik açıklamalar bu kategoriye girmektedirler (Harrison ve Treagust, 1998).

2.2.1.3 Birden Çok Kavramı ve/veya Süreci Tanımlayan Modeller

2.2.1.3.1 Haritalar, diyagramlar ve tablolar

Bu modeller, öğrenciler tarafından kolaylıkla canlandırılabilen yolları, örnekleri ve ilişkileri karşılamaktadırlar. Bu modellere örnek olarak periyodik tablo, soy ağaçları, hava durumunu gösteren haritalar, devre şemaları, dolaşım sistemi, sinir sistemi, besin zincirleri ve piramitler verilebilir (Harrison ve Treagust, 1998).

Bu diyagramların tamamının ya da bir kısmının basitleştirilmiş veya abartılmış doğası, onları iki boyutlu modeller haline getirmektedir. Çünkü öğrenciler, klor atomunun yeşil olduğuna inandıkları örneğindeki gibi, bireysel olarak diyagramın öğelerini ve renklerini farklı yorumlayabilmektedirler (Harrison ve Treagust, 2000b).

2.2.1.3.2 Kavram-süreç modelleri

Birçok fen kavramı, bir objeden öte süreçten oluşmaktadır. Öğretmenler kavram-süreç modellerini asit-baz, redoks ve kimyasal eşitlik çoklu temsilleri olarak kullanmaktadırlar. Kavram-süreç modellerinin analogik, somut ve dinamik doğası, onların çoklu pedagojik analogik, sembolik, teorik ve matematiksel modellerin bir bileşimi olduğunu ifade etmektedir (Harrison ve Treagust, 1998).

2.2.1.3.3 Simülasyonlar

Simülasyonlar uçak kazası, küresel ısınma, nükleer reaksiyonlar, kazalar ve populasyon değişimleri gibi karmaşık ve özel süreçleri modellemektedirler. Simülasyonlar acemi olanlara ve araştırmacılara hayatı ve sahip olunanları riske atmadan becerilerini geliştirme olanağı sağlamaktadır. Ayrıca simülasyonlar bilgisayar oyunları ve bilgisayar tabanlı interaktif multimedyanın sağladığı animasyonlar ve gerçek yaşam durumları gibi sanal

gerçeklik deneyimlerini kapsayabilmektedir (Harrison ve Treagust, 2000b). Ölçek modelleri ve pedagojik analogik modellerde olduğu gibi, simülasyonların analogik doğası ve hedefle paylaşılmayan özellikler kolaylıkla göz ardı edilebilmektedir (Harrison ve Treagust, 1998).

2.3 Sentetik Modeller

Vosniadou (1994)'ya göre sentetik model, öğrencilerin sezgisel modelleri ile öğretmenlerinin bilimsel modellerini karıştırıp sentezleyerek geliştirdikleri alternatif kavramlardır. Sentetik modeller, tüm modellerden farklı, öğrencilerin kendilerine özgü oluşturdukları modellerdir.

2.4 Zihinsel Modeller

Zihinsel model, öğrencilerin bilişsel faaliyetleri esnasında oluşturdukları özel bir çeşit zihinsel temsildir. Zihinsel modeller, fiziksel bir olgunun nedensel açıklamasını yapmak ve fiziksel dünyanın koşulları hakkında varsayımda bulunmak için zihinsel olarak ayarlanabilen, dinamik ve üretilmiş temsillerdir (Vosniadou, 1994).

Barquero (1995)'ya göre zihinsel model; örtük, tamamlanmamış, özensiz, normal bilgiyle birçok alanda bağlantısız, ancak dünya ile bireyin etkileşimi için güçlü bir yorumlayıcı ve öngörüsül bir araç, ve bireyin kendi algısal ve çıkarımsal deneyimlerinden geldiği için de güvenilebilir bir bilgi kaynağı olmasından dolayı güçlü bir bilgi çeşididir (Akt: Greca ve Moreira, 2000).

Zihinsel modeller teknik doğruluğa gereksinim duymasalar da fonksiyonel olmalıdırlar (Harrison ve Treagust, 1996). Zihinsel modeller, temsil ettikleri sistem ya da mekanizma için olası sıradan modeller gibi, problemin gerçek durumunun 'zihinsel simülasyonu' olarak düşünülebilirler. Bir zihinsel model asla tamamlanmaz ancak yeni bir bilgi eklendiğinde büyümeye ve gelişmeye devam eder (Greca ve Moreira, 2000).

Modellenmiş olan hedef sisteme ait, bireyin içsel açıklamaları olan zihinsel modeller, davranış, konuşma, yazılı açıklama ve diğer betimlemeler aracılığıyla açığa vurulurlar (Gobert ve Buckley, 2000).

Zihinsel modellerin sahip oldukları özellikler Franco ve Colinvaux (2000, Akt: Örnek, 2008)'a göre özetlenecek olursa;

- (i) *Zihinsel modeller üretkendirler:* İnsanlar ya da öğrenciler, zihinsel modellerini kullanırlarken yeni bilgiler üretebilir ve varsayımda bulunabilirler.
- (ii) *Zihinsel modeller örtük bilgiyi içerirler:* Zihinsel modeli kullanan kişi, zihinsel modelinin sahip olduğu bazı özelliklerin farkında değildir. Öğrenciler genelde fiziksel ya da farklı diğer olgular için varsayımlarda bulunurlar. Bu varsayımlar örtüktür, bilinçli yapılan şeyler değildir. İnsanlar düşünmek için bu varsayımları kullansalar da onlar hakkında düşünmezler.
- (iii) *Zihinsel modeller sentetiktir:* Zihinsel modeller, bir olgu ya da olay olabilecek hedef sistemin basitleştirilmiş temsilleridir. Bir olgu ya da olayın tamamını temsil edemezler.
- (iv) *Zihinsel modeller dünya görüşü ile sınırlıdır:* İnsanlar zihinsel modellerini inançlarına göre geliştirip kullanırlar.

Eğer bir birey, bir hedef hakkında özel ve kişisel temsili olan zihinsel modelini, davranış, konuşma veya yazma yoluyla ifade ederse, zihinsel model *ifade edilmiş model* (expressed model) olarak adlandırılabilir (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998). Bir okul sınıfı gibi herhangi bir sosyal grup, ifade edilmiş bu model üzerinde anlaşılırsa bu model *uzlaşma modeli* (consensus model) haline gelir. Bilim dallarının en yeni ve ileri aşamalarında, bir uzlaşma modeli üzerinde çalışan bilim adamlarının oluşturduğu sosyal bir grubun, Schrödinger'in atom modeli gibi, kullandıkları modellere *bilimsel model* (scientific model) denir. Bohr atom modeli gibi, yeni gelişmelerle geçersiz kılınmış olan bilimsel modeller ise *tarihsel modeller* (historical model) olarak adlandırılırlar. Öğrenmeyi kolaylaştırmak için, bilimsel ya da tarihsel modeller basitleştirilerek *öğretim programı modeli* (curricular model) halini alır. Öğretim programı modelleri ise

öğrenmeye destek olmak için ‘atom modeli-güneş sistemi analojisi’ gibi özel olarak geliştirilir ve bu modellere artık *öğretim modeli* (teaching model) denir (Gilbert, Boulter ve Elmer, 1999; Akt: Gilbert, 2004). Bu noktada temel olan ise öğrencilerin karşılaştıkları bu öğretim modellerini doğru bir şekilde anlamlandırıp, tarihsel modellerin gelişimi ve değişimi ile birlikte değerlendirerek, bilimsel modele daha yakın zihinsel modeller yapılandırmalarını sağlamaktır.

Bu çalışmada, zihinsel model kavramı öğrencilerin atom kavramı ile ilgili bireysel açıklamalarını tanımlamak için kullanılacaktır (Vosniadou, 1994; Adbo ve Taber, 2009). Zihinsel modellerini yapılandırma süreçleri ise Piaget’nin Bilişsel Yapılandırmacılık Kuramına göre değerlendirilecektir. Bu noktada söz konusu kuramın incelenmesi yerinde olacaktır.

2.5 Bilişsel Yapılandırmacılık Kuramı

Bireyin, çevresindeki dünyayı anlarken ve öğrenirken, zihinsel işleyişinde meydana gelen gelişime *bilişsel gelişim* adı verilmektedir (Senemoğlu, 2009, s. 32). Jean Piaget’in Bilişsel Yapılandırmacılık Kuramına göre *bilişsel yapı* (cognitive structure), en geniş anlamıyla, gelişimin basamaklarını ifade etmektedir. Bilişsel yapılar, zihinsel davranışların temelini oluşturan fiziksel ya da zihinsel işleyişlerin tanımlanabilir biçimleridir. Piaget’in kuramında duyuşal-motor dönemi (0-2 yaş), işlem öncesi dönem (2-7 yaş), somut işlemler dönemi (8-11 yaş) ve soyut işlemler dönemi (12-15 yaş) olmak üzere 4 temel bilişsel gelişim dönemi bulunmaktadır (Bybee ve Sund, 1990, s. 34). Bireyin olguları anlamlandırma biçimi, içinde bulunduğu bu bilişsel gelişim evrelerine bağlı olarak farklılıklar gösterir (Erden ve Akman, 2004). Bu 4 temel gelişim döneminin özellikleri Çizelge 2.5.1’de kısaca özetlenmiştir.

Piaget’ye göre bilişsel gelişim, çevre ile yaşantılarımız sayesinde daimi olarak gelişen, değişen ve etkinliklerimizi yönlendiren *şemalar* ya da *zihinsel yapılar* yoluyla sağlanır (Koç ve Demirel, 2004). Bireyin çevresindeki dünyayı anlamak için geliştirdiği şemalar, yeni karşılaşılan bilgilerin yerleştirilecekleri çerçevelerdir. Zihinsel yapılar ya da şemalar sayesinde birey çevresine uyum sağlayabilir. Birey yeni yaşantılar kazandıkça

ve olgunlaştıkça, bu yapılar yeniden organize edilir. Örneğin, geziye gittikleri bir köyde, kırdaki koyunları ilk kez gören çocuk babasına “köpeklere bak” der. Burada çocuğun hayatında ilk defa gördüğü koyunlarla karşılaştığında, bu bilgiyi kendisinde var olan ve koyun ölçütlerine en uygun olan köpek şemasıyla eşleştirdiği görülmektedir. Ancak çocuk koyunlarla yeni yaşantılar kazandığı zaman koyunların köpek olmadığını anlayacak ve zihninde koyun için yeni bir şema oluşturacaktır (Senemoğlu, 2009, s. 35-36).

Çizelge 2.5.1. Piaget’nin Bilişsel Gelişim Dönemleri ve Özellikleri (Senemoğlu, 2009, s. 39)

Evreler	Tahmini yaşlar	Erişilen temel özellikler
<i>Duyusal motor</i>	0-2 yaş	- Kendisini dış dünyadan ayırt etme - Refleksif davranışlardan amaçlı davranışlara geçme - Nesnenin sürekliliğini kazanma
<i>İşlem öncesi dönem</i>	2-7 yaş	- Çevresindeki olay ve nesnelere çeşitli sembollerle ifade etme - Tek yönlü sınıflandırmalar yapma - Başlangıçtaki benmerkezcilikte giderek azalma
<i>Somut işlemler dönemi</i>	7-11 yaş	- Mantıksal düşünme yeteneğinde gelişme - Korunum kazanma - Üst düzeyde sınıflama yapma - Benmerkezcilikten kurtulma - Somut yollarla problem çözme
<i>Soyut işlemler dönemi</i>	11+ yaş	- Soyut düşünme - Bilimsel yöntemle problem çözme - Değer ve inanç sistemini yapılandırma - Fikir dünyasıyla aktif olarak ilgilenme ve düşüncesini etkinliklerine yansıtma

Bireyin zihinsel yapılarını yeniden organize etmesine *uyum* (adaptasyon) denir. Başka bir deyişle uyum, bireyin çevreye uyum sağlayabilmesidir. Burada temel düşünce, deneyimlerin bilişsel yapılarda etkili olduğudur. Gelişmeler çevreye uyum sonucu

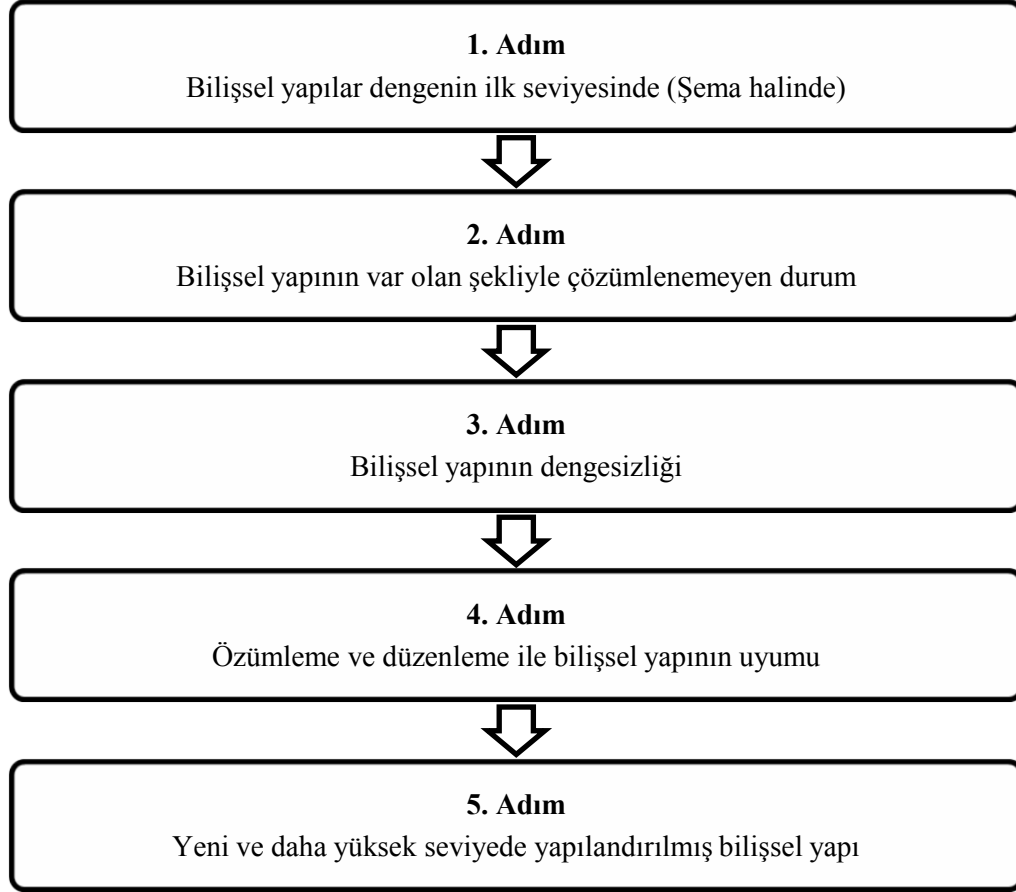
oluşmaktadır. Uyum, *özümleme* (asimilation) ve *düzenleme* (uyumsama, accomodation) olmak üzere iki önemli bileşeni olan bir süreçtir (Bybee ve Sund, 1990, s. 34-35).

Özümleme, bireyin yeni karşılaştığı nesne, durum, kavram ve olayları daha önceden oluşturmuş olduğu zihinsel yapısının içine yerleştirmesidir. *Düzenleme* ise yeni şemalar (organize olmuş davranış kalıpları) oluşturarak veya önceden var olan şemanın içerik ve yapısını değiştirerek yeni karşılaşılan durumlara uygun biçime sokmak olarak tanımlanabilir. Özümleme ve düzenleme süreçlerinin etkileşimi sonucunda ortaya çıkan süreç *dengeleme*dir (equiliration). Dengeleme sürecinde birey, yeni karşılaştığı durumla önceden var olan şemaları arasında denge kurmak için zihinsel işlemler yapar. Eğer yeni karşılaşılan durum, nesne veya olay bireyin mevcut şemasıyla eşleşmiyorsa yani özümlemiyorsa, denge bozulur (Erden ve Akman, 2004, s. 62-63). Bu dengesizlik özümleme ve düzenleme süreçleriyle giderilerek yeni denge durumu sağlanmış olur (Bkz. Çizelge 2.5.2.). Yukarıdaki örneği bir de bu açıdan ele alacak olursak, hayatında ilk defa karşılaştığı koyunlara “köpek” diyen çocuğun yaptığı, karşılaştığı uyarıcıyı zihninde var olan şemalardan birine eklemeye çalışmak yani özümleme yapmaktır. Çocuk, zihninde var olan şemaları arasında koyuna en uygun olanı “köpek” şeması olduğu için, koyuna köpek demiştir. Ancak daha sonra koyunla etkileşimde bulunup yeni yaşantılar kazanınca, koyun ve köpeğin aynı şey olmadığını anlar zihnindeki denge durumu yerini dengesizliğe bırakır. Dengesizlik yaşayan biliş, uyum sürecini işleme sokarak, zihinde var olan şemasını düzenlemek yerine yeni bir şema açılmasına karar verir ve böylece düzenleme çocuğun zihninde koyun için yeni bir şema oluşturur ve böylece biliş tekrar denge durumuna kavuşur.

Öğrenme, büyük oranda organizmanın mevcut denge durumunun bozulup, yeniden daha üst düzeyde bir denge durumunun sağlanmasına bağlıdır. Bilişsel yapıdaki denge durumunun dinamik olması, gelişimin sağlanabilmesi için ön koşuldur. Dengeleme sürecini aktif kılmak, özümleme ve düzenleme etkinliklerinin bu sürece dengeli bir şekilde dağılmasını gerektirir. Piaget’ye göre birey, kendisinde var olan şemalarla hiçbir açıklamada bulunamayacağı yani bilişsel yapısını yeniden düzenlemesini gerektiren, ya da çok kolay bir şekilde açıklayabileceği yani bireyi tamamen özümlemeye yönelten durumlara ilgi duymaz. Bu nedenle bireyin öğrenmeye güdülenebilmesi için, problem

ile bireyin sahip olduğu bilişsel yapılar arasındaki farkın orta düzeyde olması, yani orta düzeyde bir dengesizlik yaratılması gerekmektedir (Senemoğlu, 2009, s. 38).

Çizelge 2.5.2. Adaptasyon Sürecinin Basamakları (Bybee ve Sund, 1994)



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YÖNTEM

Bu bölümde çalışmanın yöntemi; araştırmanın modeli, araştırmanın katılımcıları, veri toplama aracının geliştirilmesi, verilerin toplanması ve verilerin analizi alt başlıkları altında açıklanarak verilmiştir.

3.1 Araştırmanın Modeli

Nitel bir çalışma olan bu çalışmada, araştırma modeli olarak analitik araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi ve araştırmacıya ortamda herhangi bir değişiklik yapmadan var olan durumla çalışma imkânı sağlayan betimsel araştırma yöntemlerinden durum (örnek olay) çalışması kullanılmıştır (Çepni, 2007, s.34, 76).

Doküman incelemesi yöntemi, Forster (1995)'ın belirttiği beş aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada konu ile ilgili alan yazında daha önce yapılmış olan çalışmalara ulaşmak amacıyla internet üzerinden EBSCO HOST ve ULAKBİM veritabanlarına ulaşılmış ve fen eğitimi alanında makaleler yayımlayan ulusal ve uluslararası dergilerde “atom” anahtar kavramı ile araştırmalar yapılarak dokümanlara ulaşılmıştır. İkinci aşamada dokümanların özgünlükleri kontrol edilmiş, üçüncü aşamada dokümanların anlaşılması sağlanmış, dördüncü aşamada dokümanların verileri analiz edilmiş ve son olarak da bu veriler kullanılmıştır (Akt: Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 193-201).

Araştırmada, ‘nasıl’ ve ‘niçin’ sorularını temel alarak araştırmacının kontrol edemediği bir olgu ya da olayı derinlemesine incelemesine olanak sağlayan bir yöntem olduğu için durum çalışması seçilmiştir. Araştırma deseni olarak ise tek bir durum içerisinde bulunan birden fazla analiz biriminin incelenmesini sağlayan iç içe geçmiş tek durum deseni kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 277, 291). Çalışma, Yıldırım ve Şimşek (2006, s. 281)'in belirttiği aşağıdaki 8 aşamada gerçekleştirilmiştir:

- “1. Araştırma sorularının geliştirilmesi
2. Araştırmanın alt problemlerinin geliştirilmesi
3. Analiz biriminin saptanması
4. Çalışılacak durumun belirlenmesi
5. Araştırmaya katılacak bireylerin seçimi
6. Verilerin toplanması ve toplanan verinin alt problemlerle ilişkilendirilmesi
7. Verinin analiz edilmesi ve yorumlanması
8. Durum çalışmasının raporlaştırılması”

3.2 Araştırmanın Katılımcıları

Samsun ili Atakum ilçesinin 3 ilköğretim okulunun 2009-2010 yılı 7. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu bu araştırmanın katılımcıları belirlenirken, olasılık temelli örnekleme yöntemlerinden *tabaka örnekleme*; amaçlı örnekleme yöntemlerinden ise *ölçüt örnekleme* ve *kolay ulaşılabılır durum örnekleme* birlikte kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s.105, 112, 113). Öğretim programında “atom” kavramına 6. sınıfta değinilmiş olsa da, atomun yapısının programda verildiği kademe ilköğretim 7. sınıftır. Bu bağlamda ilköğretim 7. sınıf öğrencileri *ölçüt örnekleme* yöntemi; uygulamaların gerçekleştirildiği Atakum ilçesi, anket uygulamalarının sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi amacıyla *kolay ulaşılabılır durum örnekleme* yöntemi ve Atakum ilçesindeki 3 okul ise okulların Samsun ili içerisindeki 2008-2009 SBS’deki başarıları dikkate alınarak üç ayrı başarı grubundan okulları temsil edecek şekilde *tabaka örnekleme* yöntemi temel alınarak seçilmiştir. Her okuldan 2’şer şubenin dâhil olduğu bu çalışmada katılımcılar öğrenim öncesinde 217, öğrenim sonrasında ise 215 öğrenciden oluşturulmuştur.

3.3 Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi

Veri toplama aracı, ilköğretim fen ve teknoloji öğretim programı temel alınarak, 4., 5., 6. ve 7. sınıf fen ve teknoloji ders ve öğrenci kitapları ile alan yazında konuyla ilgili yapılmış olan çalışmalarda sorulmuş olan sorular ve açığa çıkan kavram yanlışları incelenerek geliştirilmiş, ardından uzman görüşüne başvurularak düzeltmelere gidilmiştir. Çoktan seçmeli testlere göre çok daha fazla bilgi sağladığı için (White ve Gustone, 1992; Akt: Çökelez, 2009) açık uçlu soruların kullanıldığı veri toplama aracı, toplam 5 sorudan oluşmaktadır. Öğrencilerin birden fazla soru ifadesi içeren sorularla

karşılaştıklarında, genellikle sadece ilk soruyu cevaplandırmaları göz önüne alınarak, veri toplama aracının birbirinin tamamlayıcısı olan 2. ve 3. soruları ayrı ayrı sorulmuş, ancak analiz esnasında beraber değerlendirilmişlerdir. Veri toplama aracında ayrı bulunan bu sorular bu çalışmada, 2. soru olarak değerlendirilmiştir.

Veri toplama aracını oluşturan sorular öğrencilerden beklenen cevaplarla birlikte aşağıda sunulmuştur:

1. Soru: *Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.*

Öğrencilerin zihinsel modellerinin araştırıldığı çalışmalarda, öğrencilere zihinsel modellerini temsil eden çizimler yaptırmak en sık başvurulan yöntemdir, aynı şekilde Griffiths ve Preston (1992), Harrison ve Treagust (1996), Park ve Light (2009) ve Adbo ve Taber (2009)'in yaptıkları çalışmalar bu yöntemin kullanıldığı çalışmalardan birkaçıdır.

Bu soruyla öğrencilerin zihinlerinde atom modelini yapılandırırken, benzeşim modellerinden ve tarihsel modellerden nasıl etkilendiklerini ve bunun sonucunda kendilerine nasıl bir zihinsel model oluşturduklarını araştırmak amaçlanmıştır. Analiz sonucunda beklenen ise, öğrencilerin öğrenim öncesinde daha çok atomun yapısını henüz öğrenmediklerinden dolayı Top Modelini çizerlerken, öğretim sonrasında ise hedeflenen Modern Atom Teorisine uygun olmayan, daha çok Güneş Sistemi Modeli (Rutherford Atom Modeli) ve Bohr Atom Modelini temel alan zihinsel modeller geliştirmiş olmalarıdır. Çizdikleri atom modelini açıklarken kullandıkları ifadelerin ise öğrenim öncesi daha genel ve atomun yapı birimlerinden uzak, öğretim sonrası ise daha bilimsel ve özel olması beklenmektedir.

Sorudan elde edilen bulgular, öğrencilerin zihinsel modellerini hedef model doğrultusunda yapılandırabilirliklerini açığa çıkaracak, bu bağlamda öğretim programını geliştiren uzmanların hedeflerini belirlerken; ders kitabı yazarlarının kitapta kullandıkları örnek, benzeşim modeli, ifade ve şekilleri seçerken; öğretmenlerin ise konuyu anlatırken öğrencilerin yapılandırmakta zorluk çektikleri noktaları belirlerken

ve kullandığı ifade, örnek ve benzeşim modellerini seçerken başvurabilecekleri bilgiler sunması açısından önemlidir.

2. Soru: *Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olursanız neye benzetirsiniz?*

Soyut kavramların somutlaştırılarak ve günlük yaşamla ilişkilendirilerek daha kolay öğrenileceği açıktır. Rutherford Atom Modelini açıklamada kullanılan Güneş Sistemi benzeşim modeli, 7. sınıf öğretmen kılavuz kitabında yer alan “atomun küresel yapısını açıklamak için kuru soğanın kesildiği andaki görüntüsü” örneği (MEB, 2008f, s. 148) ve 7. sınıf ders kitabında yer alan “elektronların hareketinin lunaparktaki ahtapotun yaptığı dönme hareketine benzetme” örneği (MEB, 2008a, s. 147) gibi atomun yapısının benzetildiği birçok örnek vardır. Öğrenciler de zihinsel modellerini oluştururlarken karşılaştıkları bu örnekler, benzeşim modelleri ve günlük yaşamlarındaki objelerden yararlanarak, soyut olan kavramları zihinlerinde daha somut hale getirirler. Bu bağlamda bu sorunun amacı, öğrencilerin zihinsel modellerini oluştururlarken temel aldıkları obje ve benzeşim modellerini açığa çıkarmaktır.

“Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi” alt başlığında beraber değerlendirildikleri belirtilen sorular, “*Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olsanız neye benzetirsiniz?*” ve “*Atomu günlük hayatınızdan benzettiğiniz şeyin sizce atomla benzerlik ve farklılıkları nelerdir?*” sorularıdır. Öğrencilerin cevap verme yüzdelerini artırmak amacıyla veri toplama aracında ayrı ayrı sorulan bu sorular, çalışmada “*Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olsanız neye benzetirsiniz?*” sorusu olarak “2. sorunun analizi” başlığı altında beraber değerlendirilmişlerdir ve gerekli yerlerde öğrencilerin atomla benzettikleri nesne arasında kurdukları benzerlik ve farklılık ilişkileri belirtilmiştir.

Sorudan elde edilen bulgular, öğrencilerin nasıl bir atom hayal ettiklerini bir parça daha somutlaştıracak, günlük hayattaki objelerin ve konu anlatılırken kullanılan örneklerin öğrencilerin zihinsel modellerini yapılandırmalarında ne derece önem taşıdığını ortaya koyacak ve ders kitabı yazarları ile öğretmenlere kullanacakları örnek ve ifadeleri seçmelerinde ışık tutacaktır.

3. Soru: *Atomların canlılığı hakkında neler düşünüyorsunuz?*

Atomların canlılığı konusunda alan yazında tespit edilen birçok kavram yanılığı vardır:

- Tüm atomlar canlıdır (Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Tezcan ve Salmaz, 2005),
- Sadece bazı atomlar canlıdır (Griffiths ve Preston, 1992),
- Atomlar canlıdır çünkü hareket ederler (Griffiths ve Preston, 1992; Tezcan ve Salmaz, 2005),
- Atom bölünerek çoğalır (Harrison ve Treagust, 1996),
- Atom yaşar, büyür, bölünür (Harrison ve Treagust, 1996),
- Atomun davranışlarını çekirdek kontrol eder (Harrison ve Treagust, 1996; Tezcan ve Salmaz, 2005).

Bu sorunun amacı, öğrencilerin alan yazındaki bu kavram yanılıklarına paralel algılara sahip olup olmadıklarını belirlemek ve böylece öğrencilerin atomla ilgili zihinsel modellerinin canlılığı hakkında bilgi edinmektir.

Sorudan elde edilen dönütler, öğrencilerin atomun canlılığı hakkında düşünceleri ile ilgili vereceği bilgiler doğrultusunda, öğretmenlere ve ders kitabı yazarlarının yararlanabilecekleri bilgiler sağlayacaktır.

4. Soru: *Atomlar hangi büyüklüktedir? Bilinen bir şeyle kıyaslayınız.*

Griffiths ve Preston (1992)'un da çalışmasında kullandığı bu soru öğrencilerin zihinlerindeki atomun boyutunu araştırmayı, alan yazında tespit edilmiş olan kavram yanılıklarıyla paralellik taşıyıp taşımadığını ve boyut olarak herhangi bir şeyle kıyaslayıp kıyaslamadıklarını açığa çıkarmayı amaçlamıştır. Bu bağlamda öğrencilerin alan yazın temel alınarak, verecekleri olası cevaplar şöyledir:

- Atomlar mikroskop altında görülebilecek kadar büyüktürler (Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Nakhleh ve diğer., 2005; Tezcan ve Salmaz, 2005),

- Atomlar moleküllerden daha büyüktür (Griffiths ve Preston, 1992),
- Tüm atomlar aynı büyüklüktedir (Tezcan ve Salmaz, 2005),
- Atomlar görülebilecek kadar küçüktür (Tezcan ve Salmaz, 2005),
- Günlük hayattaki büyüklüklerle atomun büyüklüğü kıyaslanabilir (Tezcan ve Salmaz, 2005).

Sorudan elde edilen dönütler öğrencilerin zihinlerindeki atom modelinin boyutu hakkında bilgi verecek ve ders kitabı yazarları ile öğretmenlere faydalı bilgiler sağlayacaktır.

3.4 Verilerin Toplanması

Nitel araştırmalarda, araştırmacının sonuçlara nasıl ulaştığını açıklaması geçerliğin ve dış güvenilirliğin önemli ölçütleri arasındadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s., 257, 261). Bu nedenle bu başlık altında verilerin toplanması aşamasında, öncelikle uygulamaların gerçekleştirilme süreci anlatılmış, ardından uygulamaların gerçekleştirildiği sınıflar ve sınıfların fen ve teknoloji öğretmenlerinin özellikleri betimlenmeye çalışılmıştır. Böylelikle çalışmanın hangi koşullar altında tekrarlanırsa benzer sonuçlar verebileceği belirtilmiştir.

Veri toplama aracı geliştirildikten sonra Samsun İl Milli Eğitim Müdürlüğünden okullarda uygulama yapmak için izin alınmıştır. Ardından veri toplama aracı, araştırmanın gerçekleştirildiği A, B ve C okullarında araştırmanın konusunu oluşturan “atomun yapısı” konusu anlatılmadan önce, öğrencilerin konuyla ilgili zihinsel modellerini belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Konu her bir okulda ortalama 2 hafta süreyle ders kitabı kaynak kitap olarak kullanılarak işlenmiştir. Ardından 2 hafta sonra veri toplama aracı aynı katılımcı gruba yapılandırılmış oldukları zihinsel modellerini belirlemek amacıyla yeniden uygulanmıştır. Böylelikle iki uygulama arası geçen süre 4 hafta olmuştur. Her uygulama öncesinde, uygulama yapılan sınıflara veri toplama aracını oluşturan her soru tek tek açıklanmış, varsa öğrencilerin soruları alınmış ve böylelikle öğrencilerin soruları anlayamadıkları için cevap vermeme durumları ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın gerçekleştirildiği A okulu küçük sınıfları, 40-42 kişilik mevcutları ile kalabalık ve dolayısıyla sıkışık bir sınıftır. Bu nedenle rahat cevap vermeleri için cevap kâğıtlarını öğretmenlerinin görmeyeceğinin belirtilmesinin ardından, yapılan tüm ikazlara rağmen, öğrencilerin birbirlerinin kâğıtlarına bakmaları tam anlamıyla engellenememiştir. B ve C okulları 33-34 kişilik mevcutları ile A okuluna kıyasla daha az kişiden oluşmuş olsa da, yapılandırmacı yaklaşıma göre eğitim verilen ya da verilmesi beklenen sınıflar için kalabalıklardır. C okulu sınıfları en geniş okul olduğu için B okuluna ve özellikle de A okuluna kıyasla uygulama esnasında öğrencilerin birbirleriyle en az bilgi alışverişinde bulunduğu okul olmuştur. Özellikle bazı sınıflarda uygulamalar esnasında öğretmenlerin sınıfta olmaması, araştırmayı olumsuz etkilemiştir. Çünkü öğrenciler araştırmacıyı disiplin unsuru olarak kabul etmemektedirler. Ayrıca, araştırmak için herhangi bir uygulama yapılmış olmasa da özellikle B okulunda öğrencilerin büyük bir kısmının dershaneye gittikleri gözlenmiştir.

Her 3 okulun öğretmeni de deneyimli bayan öğretmenlerdir. A okulu öğretmeni fen bilgisi öğretmenliği mezunu, B okulu öğretmeni kimya öğretmenliği mezunu, C okulu öğretmeni ise biyoloji öğretmenliği yüksek lisans mezunudur. Her 3 öğretmen arasında en çok etkinlik yapan ve laboratuvar ortamını kullanan öğretmenin C okulu öğretmeni olduğu gözlenmiştir.

3.5 Verilerin Analizi

Bu araştırmada, elde edilen verilerin daha önceden belirlenen temalara göre özetlenip yorumlandığı, doğrudan alıntılara sık sık yer verildiği ve edinilen bulguların düzenlenip yorumlayarak okuyucuya sunmanın amaçlandığı betimsel analiz yöntemi kullanılmış ve Yıldırım ve Şimşek (2006, s. 224)'in belirttiği gibi dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda ilk olarak doküman analizi sonucu öğrencilerin veri toplama aracındaki sorulara verecekleri muhtemel cevaplar belirlenerek betimsel analiz için bir çerçeve oluşturulmuştur. Ardından katılımcıları betimlemek amacıyla okul, şube ve okul numarasından oluşan kodlar oluşturulmuştur. Örneğin AB307, A okulunun B şubesinden 307 okul numaralı öğrenciyi işaret etmektedir. Bulgular kısmında bazı

öğrenci cevaplarından doğrudan alıntı yapılırken öğrenciler bu kodlarla adlandırılmıştır. İkinci olarak tematik çerçeveye göre veriler işlenmiştir. Bu amaçla daha önceden oluşturulmuş olan çerçeveye göre elde edilen veriler okunup düzenlenmiştir, gerekli görüldüğü yerlerde çerçeveye yeni veriler eklenmiştir. Ayrıca bu aşamada sonuçlar yazılırken kullanılacak olan doğrudan alıntılar belirlenmiştir. Üçüncü aşama bulguların tanımlanması aşamasıdır. Bu aşamada düzenlenmiş olan veriler tanımlanmış, gerekli yerlerde doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Dördüncü ve son aşama ise bulguların yorumlanması aşamasıdır. Bu aşamada tanımlanan bulgular açıklanmış, birbirleriyle ilişkilendirilmiş, anlamlandırılmış ve bulgular arası neden-sonuç ilişkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Weber (1985)'a göre değişmezlik nitel araştırmaların güvenilirliğini etkileyen faktörlerden biridir. Bir araştırmacının bir veri setinin analizini daha sonra tekrar etmesi halinde aynı sonuca ulaşım ulaşmaması olarak ifade edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 242). Bu amaçla araştırmanın güvenilirliğini artırmak amacıyla toplanan veriler 6 ay arayla iki defa analiz edilmiş sonuçlar büyük oranda aynı çıkmıştır.

Araştırmanın verileri yanlılığı azaltmak, güvenilirliği artırmak ve analizler sonucu ortaya çıkan tema ve kategoriler arasında karşılaştırma yapabilmek amacıyla sayısallaştırılmıştır. Nitel veriler temel olarak basit yüzde hesapları ve sözcük sıklık hesapları olmak üzere iki yöntemle sayısallaştırılabilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 242, 243). 1. soruda öğrencilerin zihinlerindeki atom modeli çizimlerinin analizi ile 2. ve 3. sorularda öğrencilerin cevapları gruplanabilir bir tutarlılık gösterdiği için Word ortamında *basit yüzde hesapları* yapılmıştır. 1. soruda zihinlerindeki atom modellerini açıklarken kullandıkları ifade ve terimler ile 4. soruda öğrencilerin atomun boyutu ve günlük hayatta benzettikleri nesnelere hakkındaki ifadelerinin analizlerinde ise öğrencilerin cevapları gruplanabilir bir tutarlılık göstermediği için *sözcük sıklık hesapları* kullanılarak veriler analiz edilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

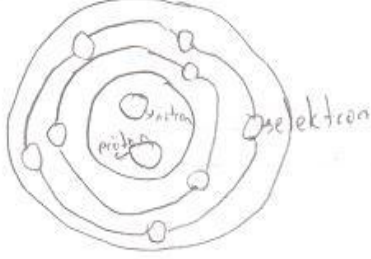
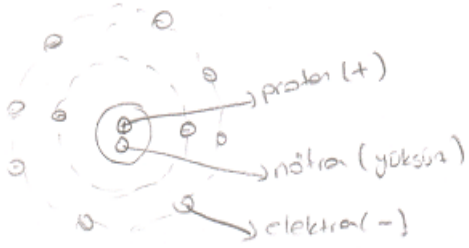
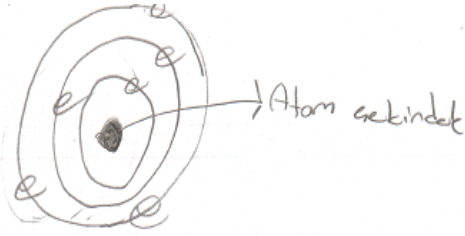
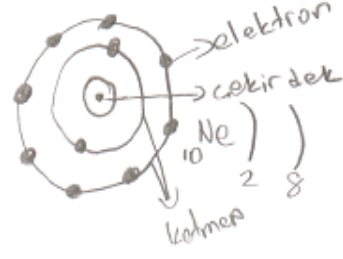

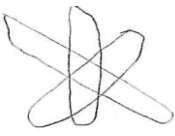


4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde, uygulanmış olan veri toplama aracında bulunan her bir soru için, ayrı ayrı başlıklar halinde, öncelikle analizin nasıl yapıldığı kısaca ifade edilmiş, ardından öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası uygulanan veri toplama aracına verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelerini belirtmek için oluşturulmuş olan çizelge ve histogramlar yardımıyla araştırma bulguları açıklanmıştır. Ayrıca bulgular alan yazındaki çalışmalarla karşılaştırılmış ve gerekli görüldüğü yerlerde bulgulara yorumlar getirilmiştir. Bu noktada analizlere ait çizelgelerin *toplam* satırında, öğrenci cevaplarının toplamının örneklemden fazla olmasının, bazı öğrencilerin açıklamalarının birden fazla kategoriye girmesinden kaynaklandığının belirtilmesi yerinde olacaktır.

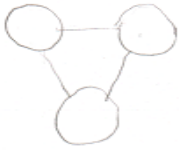
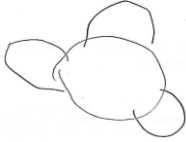
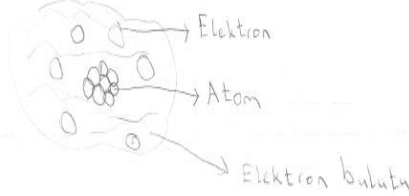
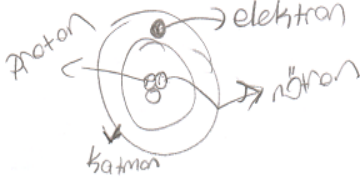
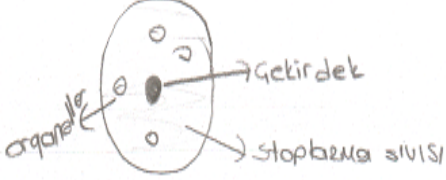



4.1 “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.” Sorusunun Analizi

1. soruda öğrencilerden zihinlerindeki atom modellerini çizmeleri ve çizdikleri şekilleri açıklamaları istenmiştir. Bu sorunun analizinde çizimler ve açıklamalar ayrı olarak ele alınmış, her iki analiz için de öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelerini gösteren çizelge ve histogramlar oluşturulmuş (Bkz. Çizelge 4.1.1, Grafik 4.1.1 ve Grafik 4.1.2.) ve öğrenci çizimlerinden örnekler sunulmuştur (Bkz. Şekil 4.1.1., Şekil 4.1.5, ve Şekil 4.1.6).

Öğrenci çizimleri analiz edilirken, benzeşim modelleri ve tarihsel modeller ayrı ayrı ele alınmamış, teorik isimlerden daha çok akılda kalıcı olduğu için örneğin *Rutherford Atom Modeli*, *Güneş sistemi modeli* ve *Medyatik model* benzeşim modelleri olarak ele alınmıştır. Aynı şekilde *Dalton Atom Modeli*, *Top modeli*; *Thomson Atom Modeli*, *Üzümlü kek modeli* ve *Modern Atom Teorisi* ise *Elektron bulutu modeli* olarak analiz edilmiştir.

ÖĞRENİM ÖNCESİ	ÖĞRENİM SONRASI
	
Bohr Atom Modeli	
	
Güneş Sistemi Modeli (Rutherford Atom Modeli)	
	
Medyatik Model (Rutherford Atom Modeli)	
	
Top Modeli	

Şekil. 4.1.1. Öğrencilerin “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.” Sorusunda Çizdikleri Atom Modeli Örnekleri

ÖĞRENİM ÖNCESİ	ÖĞRENİM SONRASI
	
Molekül Etkili Model	
	
Elektron Bulutu Modeli	
	
Hücre Etkili Model	
	
Üzümlü Kek Modeli	

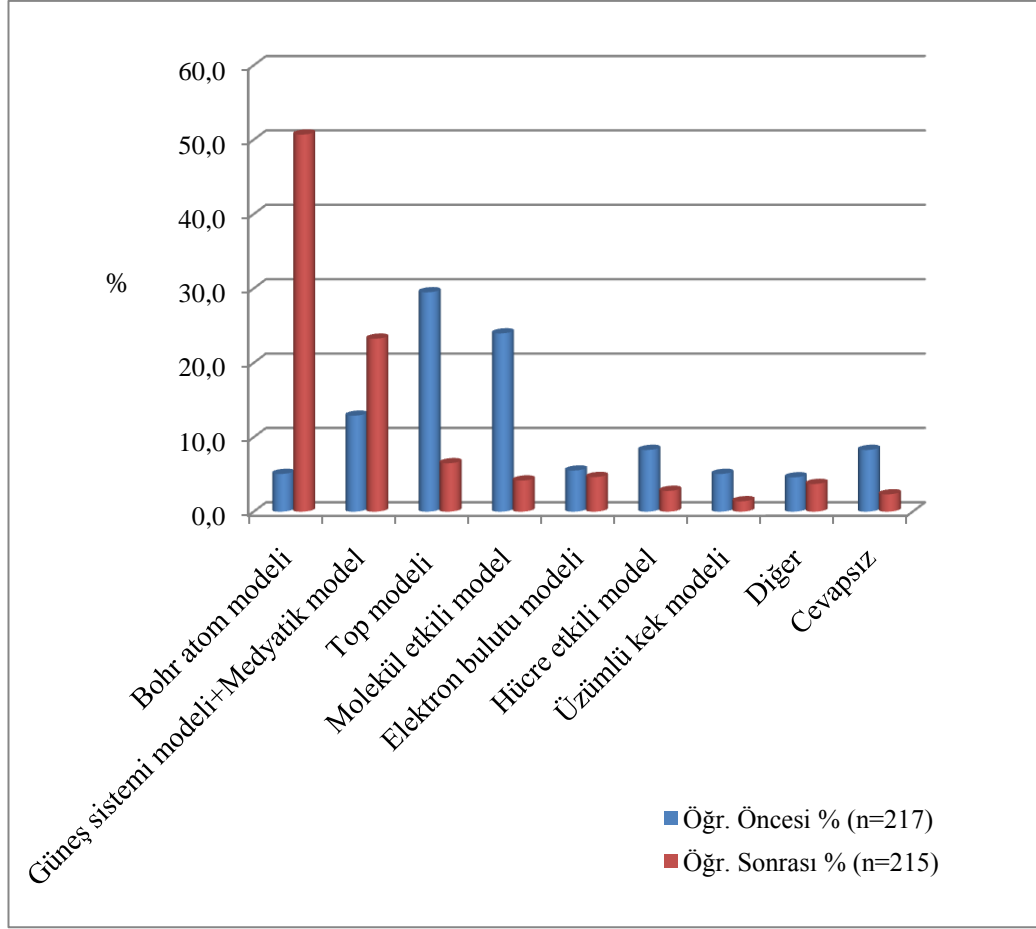
Şekil. 4.1.1. (Devamı) Öğrencilerin “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.” Sorusunda Çizdikleri Atom Modeli Örnekleri

Merkezinde çekirdek ya da sadece protondan oluşan çekirdek ve etrafında dönen elektronlardan oluşan atom modeli çizimleri *Güneş sistemi modeli* olarak; merkezinde proton ve nötrondan oluşan bir çekirdek ve etrafında dönen elektronlardan oluşan atom modeli çizimleri ise *Bohr Atom Modeli* olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin çoğu, çizimlerinde elektronları yörüngelere uygun kurala göre yerleştirmemişlerdir. Bu nedenle Bohr Atom Modeline dâhil edilen tüm öğrenci çizimlerinde elektronların yörüngelere uygun kurala göre yerleştirilmiş olduğunun düşünülmemesi gerektiği gibi, Güneş sistemi modeline dâhil edilen öğrenci çizimlerinde de elektronların yörüngelere rastgele dağılmış oldukları düşünülmemelidir (Bkz. Şekil 4.1.1).

Çizelge 4.1.1. “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.” Sorusunda Öğrencilerin Atom Modeli Çizimlerinin Frekans ve Yüzde Dağılımları

Açıklamalar	Öğr. Öncesi		Öğr. Sonrası	
	f	% (n=217)	f	% (n=215)
Bohr Atom Modeli	11	5,1	109	50,7
Güneş Sistemi Modeli+Medyatik model	28	12,9	50	23,3
Top modeli	64	29,5	14	6,5
Molekül etkili model	52	24,0	9	4,2
Elektron bulutu modeli	12	5,5	10	4,7
Hücre etkili model	18	8,3	6	2,8
Üzümlü kek	11	5,1	3	1,4
Diğer	10	4,6	8	3,7
Cevapsız	18	8,3	5	2,3
Toplam	219	100,9	215	100,0

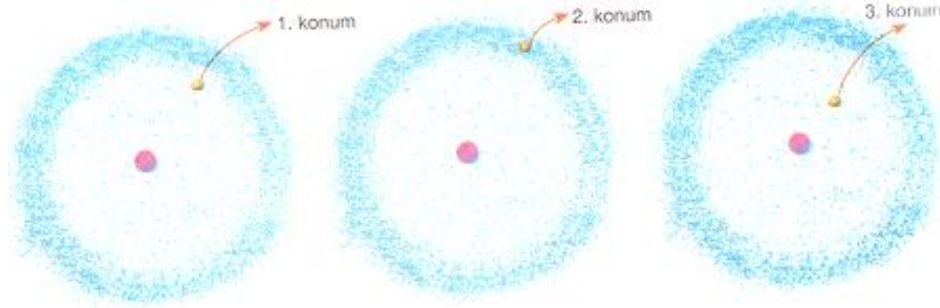
Öğrenim öncesinde 18, öğrenim sonrasında ise 5 öğrenci soruyu cevapsız bırakırken soruyu cevaplayan öğrencilerin atom modeli çizimleri 7 kategoride, bu kategorilere eklenemeyen öğrenci cevapları ise *diğer* kategorisinde incelenmiştir. Öğrenim öncesinde öğrencilerin yaklaşık olarak $\frac{1}{3}$ 'ünün Top modeli, $\frac{1}{4}$ 'ünün Molekül etkili modeli, $\frac{1}{8}$ 'inin ise Güneş sistemi modelini çizdikleri görülürken, öğrenim sonrasında öğrencilerin yarısının Bohr Atom Modelini, $\frac{1}{4}$ 'ünün ise Güneş sistemi modelini çizdikleri görülmüştür (Bkz. Çizelge 4.1.1. ve Grafik 4.1.1).



Grafik 4.1.1. “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.” Sorusunda Öğrencilerin Atom Modeli Çizimlerinin Öğrenim öncesi – Öğrenim sonrası Dağılımlarının Grafiksel Gösterimi

Öğrencilerin öğrenim öncesinde en çok tercih ettikleri modelin Top modeli, ikinci olarak en çok tercih ettikleri modelin ise Molekül etkili model olması beklenen bir şeydir. Çünkü 6. sınıf ders kitabında, “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesinde element, molekül, bileşik gibi kavramlar öğretilirken kullanılan çizimlerde, atom yuvarlak küçük tanecikler olarak modellenmektedir. Ayrıca “Tarih Boyunca Tanecik Fikrinde Değişmeler” başlığı altında öğrencilere maddenin taneciklerden oluştuğu fikrinin arka planı anlatılarak, bu taneciklere Democritos’un atom adını verdiği ve zaman sonra yapılan çalışmalarla Dalton’un maddenin küreye benzer bölünemeyen taneciklerden oluştuğu fikrini ortaya attığı ve atomu tahta kürelerle açıkladığı belirtilmiştir. Ardından atomla ilgili çalışmaların devam ettiği, daha detaylı bilgilere ulaşıldığı ve bölünemez olduğu fikrinin yıkılıp atomun daha küçük parçacıklardan oluştuğunun anlaşıldığı

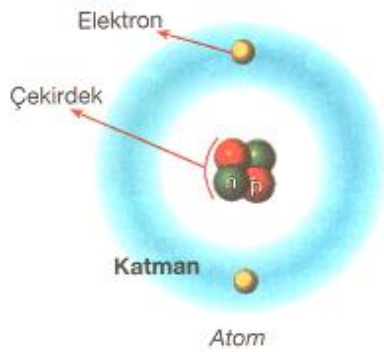
belirtilmiş olsa bile (MEB, 2008a, s.92,93), öğrencilerin atomu Dalton atom modelinde olduğu gibi küre şeklinde ya da molekül etkili model olarak nitelenen, küçük yuvarlak tanecikler topluluğu şeklinde algılamış olmaları normaldir. Molekül etkili model bulgusu, Griffiths ve Preston (1992)'ın çalışmalarındaki “atom rastgele dağılmış olan birkaç nokta ya da yuvarlağa benzer” kavram yanılgısıyla paraleldir. Yine 6. sınıfta Dalton Atom Modeli haricinde diğer modellere değinilmemiş olmasına rağmen, çeşitli atom modellerini (Güneş sistemi modeli, Medyatik model, Elektron bulutu modeli, Üzümlü kek modeli, Bohr Atom Modeli) çizen öğrencilerin ise bu atom modellerini çeşitli kaynaklardan ve dershaneden daha önceden öğrenmiş oldukları düşünülmektedir.



Şekil. 4.1.2. 7. Sınıf Ders Kitabında, Elektronların Elektron Bulutu Modeline Göre Belirli Yörüngeleri Olmadığından Dolayı Kısa Süreler İçinde Farklı Konumlarda Bulunabileceğini Gösteren Model (MEB, 2008a, s. 156)

7. sınıf ders kitabında, evinde kedi olan bir insanın, kendisi evde değilse bile kedisinin evin nerelerinde olduğunu tahmin edebileceği örneğinden yola çıkarak, atomun görülemediği ancak elektronların nerelerde bulunabileceğinin tahmin edildiği ve bu alanların *elektron bulutu* olarak adlandırıldığı belirtilmiştir. Ayrıca Elektron bulutu modelinde elektronun belirli bir yörüngesi olmadığı için Şekil 4.1.2.'de görüldüğü gibi çok kısa süreler içinde farklı konumlarda bulunduğu açıklaması verilmiştir (MEB, 2008a, s. 156). Bu açıklamalara rağmen, öğrenim sonrasında öğrencilerin yarısının Bohr Atom Modeli çizmiş olmalarının nedeninin ise, ders kitabındaki tüm şekillerde Bohr Atom Modeline uygun olarak elektronların atomun çevresindeki katmanların tam ortalarında resmedilmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Bkz. Şekil.4.1.3). Alan yazına bakıldığında, öğrencilerin neredeyse yarısının Güneş sistemi modelini (ya da medyatik model) tercih ettikleri Harrison ve Treagust (1996)'ın çalışmalarındaki

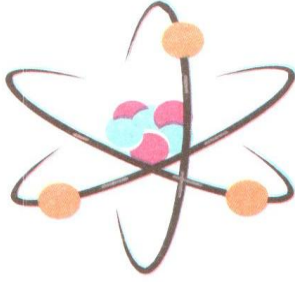
sonuçla paralellik göstermediği ancak Nakiboğlu ve diğer. (2002)'nin çalışmalarında öğretmen adaylarının %78'inin atomla ilgili zihinsel modellerinin Bohr Atom Modeliyle benzer olduğu bulgusuyla örtüşmekte olduğu görülmektedir. Günümüzde geçerli olan *elektron bulutu modeli* ise ilginçtir ki öğrenim öncesinde 12 öğrenci tarafından çizilirken (%5,5), öğrenim sonrasında ise 10 (%4,7) öğrenci tarafından çizilmiştir. Bu bulgu ise Yıldız (2006)'ın çalışmasında öğrencilerin zihinlerinde Modern Atom Modelinin yapılanmadığı bulgusuyla örtüşmektedir.



Şekil.4.1.3. 7. Sınıf Ders Kitabında Bulunan Atom Modeli Çizimlerine Bir Örnek (MEB, 2008a, s. 148)

Güneş sistemi modeli ya da Medyatik model olarak da bilinen Rutherford Atom Modeli, merkezinde protondan oluşan bir çekirdek ve etrafındaki yörüngelerde dönen elektronlardan oluşmaktadır. Model, nötronun da bulunmasının ardından Niels Bohr tarafından ortaya atılan Bohr atom modeliyle geçerliğini yitirmiştir. Günümüzde ise Bohr Atom Modeli de çürütülerek geçerli olan model Modern Atom Teorisi olmuştur. Öğrenim öncesinde öğrencilerin yaklaşık $\frac{1}{8}$ 'i tarafından çizilmiş olan Güneş sistemi modelinin, öğrenciler atomun yapısını öğrenirken proton, nötron, elektron, elektron bulutu, katman, yörünge gibi terimleri öğrenmiş olmalarına rağmen, öğrenim sonrasında daha az öğrenci tarafından çizilmesi beklenirken, aksine öğrencilerin neredeyse $\frac{1}{4}$ 'i tarafından çizilmiştir (Bkz. Grafik 4.1.1.). Bu durum öğrencilerin atomun yapıtaşlarını ve yapısını tam anlamıyla kavrayamadıklarını ya da atom modellerini çizerken dikkatsiz davrandıklarını göstermektedir. Ayrıca 7. sınıf ders kitabında “Atom Modelinin Serüveni” başlığı altında Rutherford Atom Modelini belirtmek için kullanılan Medyatik modelde, merkezdeki çekirdekte pembe ve mavi taneciklerden oluşan bir çekirdek

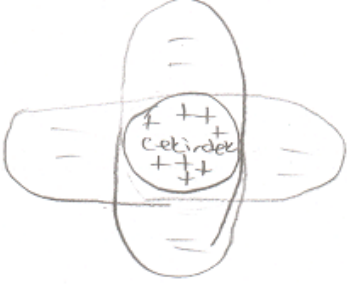

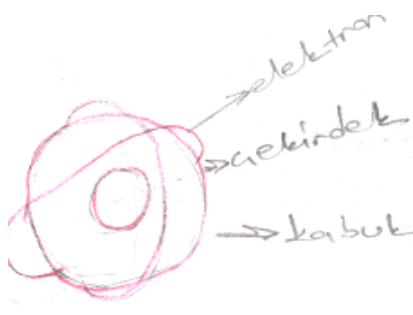
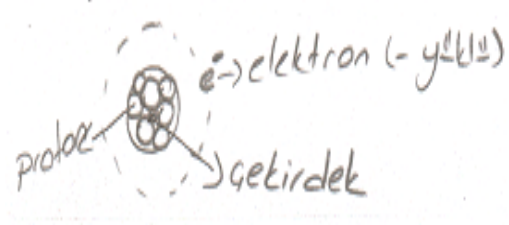
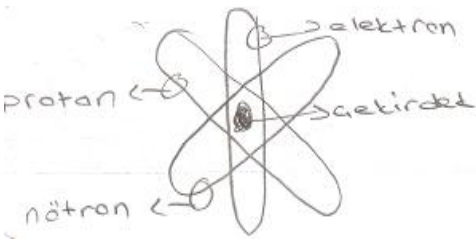
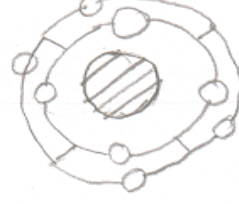
bulunmaktadır (MEB, 2008a, s. 155; Bkz. Şekil 4.1.4). Ancak Rutherford Atom Modelinde çekirdekte sadece protonlar bulunmaktadır. Çünkü nötron henüz keşfedilmemiştir. Dolayısıyla kitaptaki bu model, ifade edilenle çelişkili olduğundan dolayı öğrencileri dengesizliğe yöneltebilecek niteliktedir.



Şekil. 4.1.4. 7. Sınıf Ders Kitabında Bulunan Rutherford Atom Modeli Örneği (MEB, 2008a, s. 155)

Öğrenim öncesindeki bazı öğrenci çizimlerine bakıldığında, CC254 kod numaralı öğrencinin, ortasında pozitif yükten oluşan bir çekirdek ve çevresine çizdiği iki yörüngeyle medyatik modele benzeyen bir atom modeli çizdiği, ancak çekirdek ve yörüngeler arasında kalan kısmın negatif olduğunu belirttiği görülmüştür (Bkz. Şekil 4.1.5). Elektron bulutu modelinde elektronun katmanların herhangi bir yerinde bulunabileceği bilgisinden dolayı, öğrencinin çekirdek ile yörüngeler arasında kalan kısmı negatif olarak düşünmesinden kaynaklanmış olabileceği için, elektron bulutu modeline benzetilmektedir. Öğrencinin bu modeli öğrenim öncesinde çizdiği de göz önüne alınarak, farklı atom modelleri ile karşılaştırarak öğrenme gerçekleşmeden önce öğrencilerin konu ile ilgili önbilgileri olduğunun ve bu öğrencinin atom modelini bu doğrultuda özümlediğinin açık bir örneğidir.

CA987 kod numaralı öğrencinin atom modeline bakıldığında, öğrencinin merkezde yuvarlak bir atom ve çevresinde elektron bulutuna benzer bir katman bulunduğu görülmektedir (Bkz. Şekil 4.1.5.). Öğrenci atomun yapısını ve yapı birimlerini henüz öğrenmediğinden dolayı, çekirdek olarak adlandırması gereken kısmı atom olarak adlandırmıştır.

 <p style="text-align: center;">CC254</p>	 <p style="text-align: center;">CA987</p>
 <p style="text-align: center;">CC1659</p>	 <p style="text-align: center;">BA267</p>
 <p style="text-align: center;">BA842</p>	 <p style="text-align: center;">AB1231</p>

Şekil 4.1.5. Öğrenim Öncesinde Öğrencilerin Çizdikleri, Kavram Yanılgıları Barındıran Atom Modellerine Örnekler

CC1659 kod numaralı öğrenci, çevresinde kabuk bulunan küre şeklinde bir yapı çizerek yapının bütününe çekirdek, çevresine çizdiği yörüngelere ise elektron demiştir (Bkz. Şekil 4.1.5). Öğrencinin elektron, kabuk ve çekirdek kavramlarını daha önceden duyduğu ancak doğru bir şekilde özümseyemediği görülmektedir.

BA267 kod numaralı öğrenci, içinde protonlar ve çekirdek bulunan yuvarlak bir yapı çizmiş ve çevresine çizdiği yörüngede resmettiği parçacığa da elektron demiştir (Bkz. Şekil 4.1.5). Öğrencinin çizdiği model Güneş sistemi modeli (Rutherford Atom Modeli) olsa da, modelin ortasında protonların tam ortasında belirttiği çekirdek, öğrencinin modeli eksik özümlediğini göstermektedir.

BA842 kod numaralı öğrenci, ortasında çekirdek ve çevresinde bulunan yörüngelerden oluşan medyatik atom modeli çizmiş ancak elektronla beraber proton ve nötronun da bu yörüngelerde bulunduğunu belirtmiştir (Bkz. Şekil 4.1.5.). Bu çizim, öğrencinin atomu oluşturan yapı birimlerini bildiğinin ancak atomun yapısını istedik şekilde yapılandıramadığının göstergesidir. Benzer bir model Yıldız (2006)'ın çalışmasında da bulunmuş, öğrenci merkezde çekirdek, etrafında medyatik modeldeki yörüngelerin içine (+) pozitif ve (-) negatif yükleri yerleştirmiş, (+) pozitif yükleri proton diye adlandırırken (-) negatif yükleri nötron diye adlandırmış, merkezde çekirdek olduğu halde protonları çekirdek etrafına yerleştirmiştir.

AB1231 kod numaralı öğrencinin atom modeli Güneş sistemi modeline benzer bir model olsa da çekirdeğin çevresindeki iki yörüngenin çizgilerle birbirine bağlandığı görülmektedir (Bkz. Şekil 4.1.5). Öğrencinin kendisine sentetik bir model oluşturduğu görülmektedir.


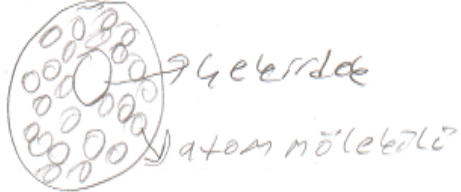
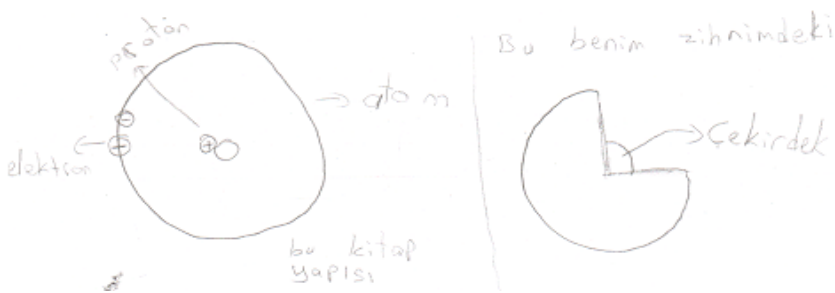
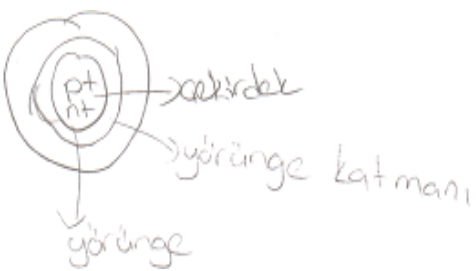
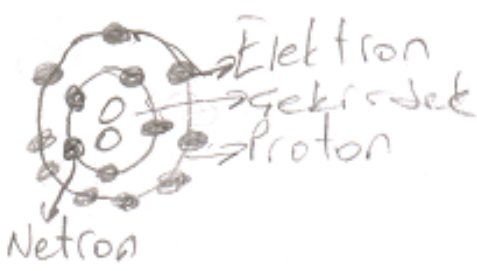
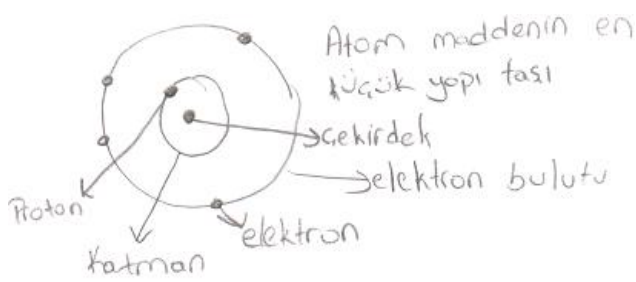
Şekil 4.1.5.'te öğrenim öncesindeki çizimleri bulunan öğrencilerden, CA987 kod numaralı öğrenci öğrenim sonrasında Elektron bulutu modeline uygun çizim yaparken, diğer öğrencilerin Bohr Atom Modeline uygun atom modelleri çizdikleri görülmüştür.

Öğrenim sonrasındaki bazı öğrenci çizimlerine bakıldığında, AB307 kodlu öğrencinin Güneş sistemi modeline benzer bir model çizdiği görülmektedir. Merkezde içinde proton olduğu belirtilmeyen + yükler bulunan yuvarlak bir yapı, çevresinde ise 3 yörünge resmedilmiştir (Bkz. Şekil 4.1.6). Öğrencinin ilk yörüngede + yükler çizmiş olması ve 2 ve 3. yörüngelere elektronları gelişigüzel dağıtmış olması öğrencinin konuyu eksik yapılandığı göstermektedir.

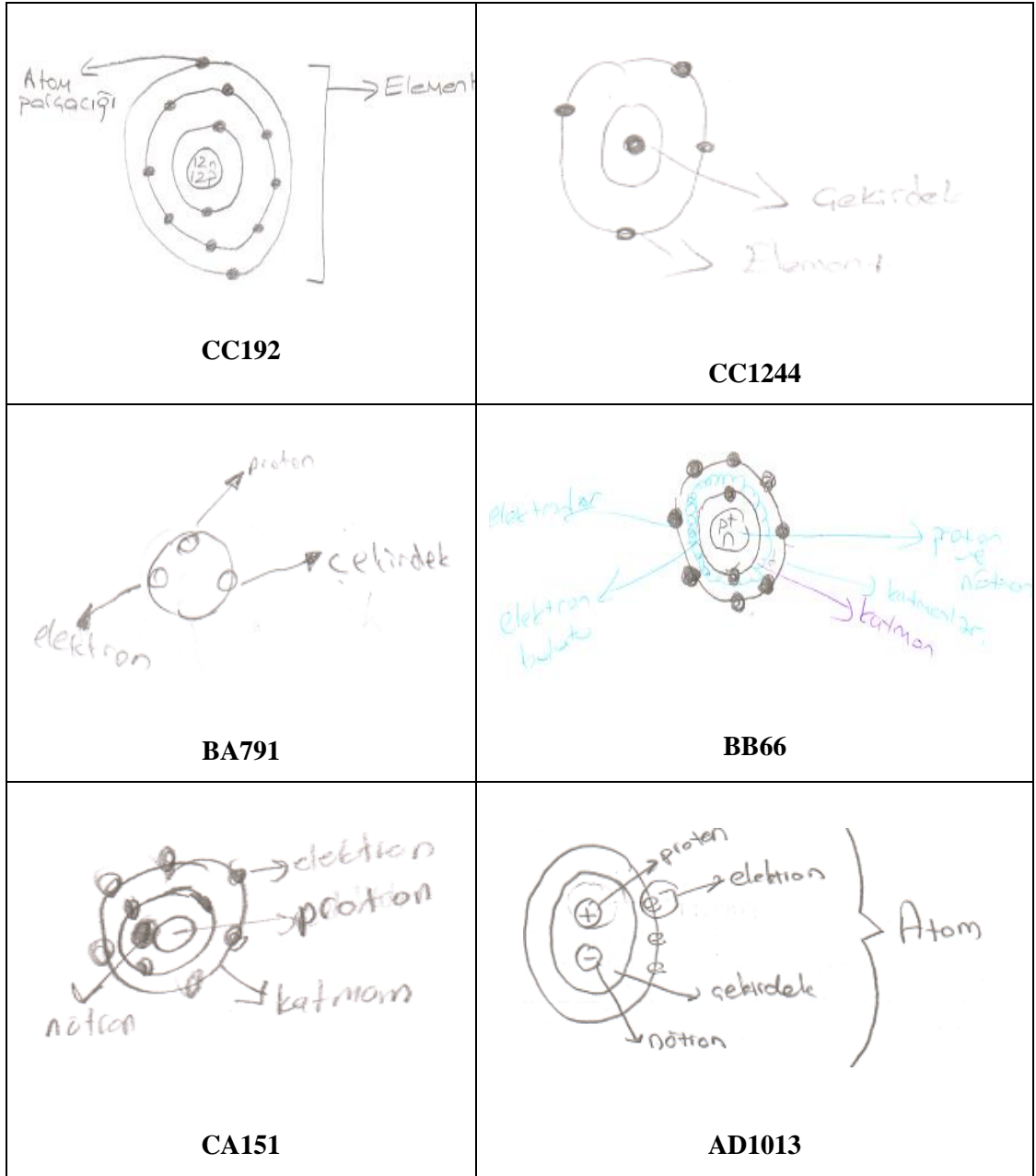
AB1211 kodlu öğrencinin öğrenim sonrasında, içinde bir çekirdek ve çekirdeğe nazaran daha küçük yuvarlak birimler bulunan küresel bir yapıdan oluşan atom modeli, hücre etkili bir atom modelidir (Bkz. Şekil 4.1.6). Öğrencinin atomu bu şekilde hücre etkili çizmiş olması ve küçük yuvarlak birimleri *atom molekülü* olarak belirtmesi, öğrencinin atomun yapısını, yapı birimlerini ve atom-molekül farkını kavrayamadığını, bu kavramlarla ilgili bir dengesizlik yaşadığını yani atomun yapısını henüz istendik bir şekilde yapılandıramadığını göstermektedir.

AD1331 kodlu öğrenci öğrenim sonrasında merkezde pozitif yüklü proton, ismini belirtmediği nötr bir tanecik (muhtemelen nötron) ve çevresindeki yörüngede resmettiği elektronla Bohr Atom Modeline uygun bir çizim yapmış ancak bunun kitap yapısı olduğunu belirtmiş ve kendi zihnindeki, dünya gibi içinde çekirdeği olan küresel yapıyı çizmiştir (Bkz. Şekil 4.1.6.). Öğrencinin ders kitaplarında verilen atom modellerini kabul etmeyip kendi zihinsel modelini oluşturması, bireylerin kendi bilgilerini kendilerinin yapılandığına kanıt olarak, yapılan bu çalışma için güzel bir örnektir.

Öğrenim sonrasında BA8 kodlu öğrenci ise, çizdiği atom modelinde çekirdekte bulunan proton ve nötronun + yüklü olduklarını, çekirdeğin çevresindeki halkanın yörünge, 1. ve 3. halka arasında kalan 2. halkanınsa *yörünge katmanı* olduğunu belirtmiştir (Bkz. Şekil 4.1.6.). Öğrencinin nötronun + yüklü olduğu şeklinde bir kavram yanılgısına sahip olduğu, yörünge ile katman kavramlarını tam olarak algılayamadığı ve yörünge katmanı diye zihninde yanlış bir yapı oluşturduğu görülmektedir.

 <p style="text-align: center;">AB307</p>	 <p style="text-align: center;">AB1211</p>
 <p style="text-align: center;">AD1331</p>	
 <p style="text-align: center;">BA8</p>	 <p style="text-align: center;">CA848</p>
 <p style="text-align: center;">BA298</p>	

Şekil 4.1.6. Öğrenim Sonrasında Öğrencilerin Çizdikleri, Kavram Yanılgıları Barındıran Atom Modellerine Örnekler



Şekil 4.1.6. (Devamı) Öğrenim Sonrasında Öğrencilerin Çizdikleri, Kavram Yanılgıları Barındıran Atom Modellerine Örnekler

BA298 kodlu öğrencinin çiziminde merkezde bir çekirdek, çevresine çizdiği 1. katmanda bulunan bir proton, 2. katmanda bulunan elektronlar ve rastgele çizilen bir okla belirtilmiş elektron bulutu kavramlarından oluşan bir atom modeli bulunmaktadır. CA848 kodlu öğrencinin çiziminde ise, merkeze çizdiği iki yuvarlaktan oluşan bölüm

çekirdek, çevresine çizdiği 1. yörüngenin üzerinde nötron, proton olarak belirttiği 2. yörüngenin üzerinde ise elektron bulunmaktadır (Bkz Şekil 4.1.6). ‘Protonun katmanda bulunduğu’ kavram yanlışlığına sahip olan BA298 kodlu öğrencinin, aynı zamanda katman ve elektron bulutu kavramlarını da tam anlamıyla algılayamadığı; ‘nötronun yörünge üzerinde bulunduğu’ kavram yanlışlığına sahip olan CA848 kodlu öğrencinin ise yörünge ve proton kavramlarını karıştırdığı görülmektedir. Bu bağlamda her iki öğrencinin de atomun yapı birimlerini yanlış özümledikleri ve zihinlerinde eksik bir atom modeli yapılandıkları açıktır.

CC192 kodlu öğrenci öğrenim sonrasında çizdiği atom modelinde, merkezde bulunan 12 proton ve 12 nötronun çevresindeki yörüngelere 12 elektronu Bohr Atom Modeline uygun olarak doğru şekilde dizmiş olmasına rağmen, elektronu *atom parçacığı*, atomu ise *element* olarak belirtmiştir. CC1244 kod numaralı öğrenci ise, Güneş sistemi modeline (Rutherford Atom Modeli) uygun olarak çizdiği atom modelinde, elektronu *element* olarak adlandırmıştır (Bkz. Şekil 4.1.6.). Bu bağlamda CC192 kodlu öğrencinin atomun yapı birimlerini tam anlamıyla özümseyememenin yanı sıra atom ve element kavramlarını, CC1244 kodlu öğrencinin ise elektron ve element kavramlarını karıştırdığı görülmektedir.

BA791 kodlu öğrencinin atom modeline bakıldığında, çizdiği çemberin içinde çembere yapışık konumlandığı küçük yuvarlak yapıları proton, elektron ve çekirdek olarak adlandırdığı görülmektedir (Bkz. Şekil 4.1.6.). Öğrencinin atomun yapısı ve yapı birimlerini tam olarak özümseyemediği ve dersten aklında kalmış olan, üzümlü kek modelinin yapısı, yörünge üzerinde bulunan küçük yuvarlak yapı birimleri ve elektron, proton, çekirdek kavramlarını harmanlayıp, kendisine bir zihinsel model oluşturduğu düşünülmektedir.

BB66 kodlu öğrencinin öğrenim sonrasında çizdiği atom modeline bakıldığında, merkezde proton ve nötron, çevresindeki katmanlarda da elektronlar bulunmakta, katmanlar arasındaki alan ise elektron bulutu olarak adlandırılmaktadır (Bkz. Şekil 4.1.6.). Harrison ve Treagust (2000)’un çalışmasında da rastlanılan bu öğrenci çizimi, öğrencinin yörünge ve elektron bulutu kavramlarını tam olarak algılayamamış olmakla

beraber Modern Atom Teorisi ve Bohr Atom Modeli ayrımını henüz yapamamış olduğunu göstermektedir.

Bohr Atom Modeline uygun olarak çizdikleri atom modellerinde CA151 kodlu öğrenci, merkezde bulunan protonu eksi (-) yüklü olarak belirtirken, AD 1013 kodlu öğrenci ise Bak ve Ayas (2008)'in çalışmalarında da rastlandığı gibi nötronun eksi (-) yüklü olduğunu belirtmiştir (Bkz. Şekil 4.1.6). Bu öğrencilerin atomun yapı birimlerini ve sahip oldukları yükleri doğru bir şekilde yapılandıramadıkları görülmektedir.

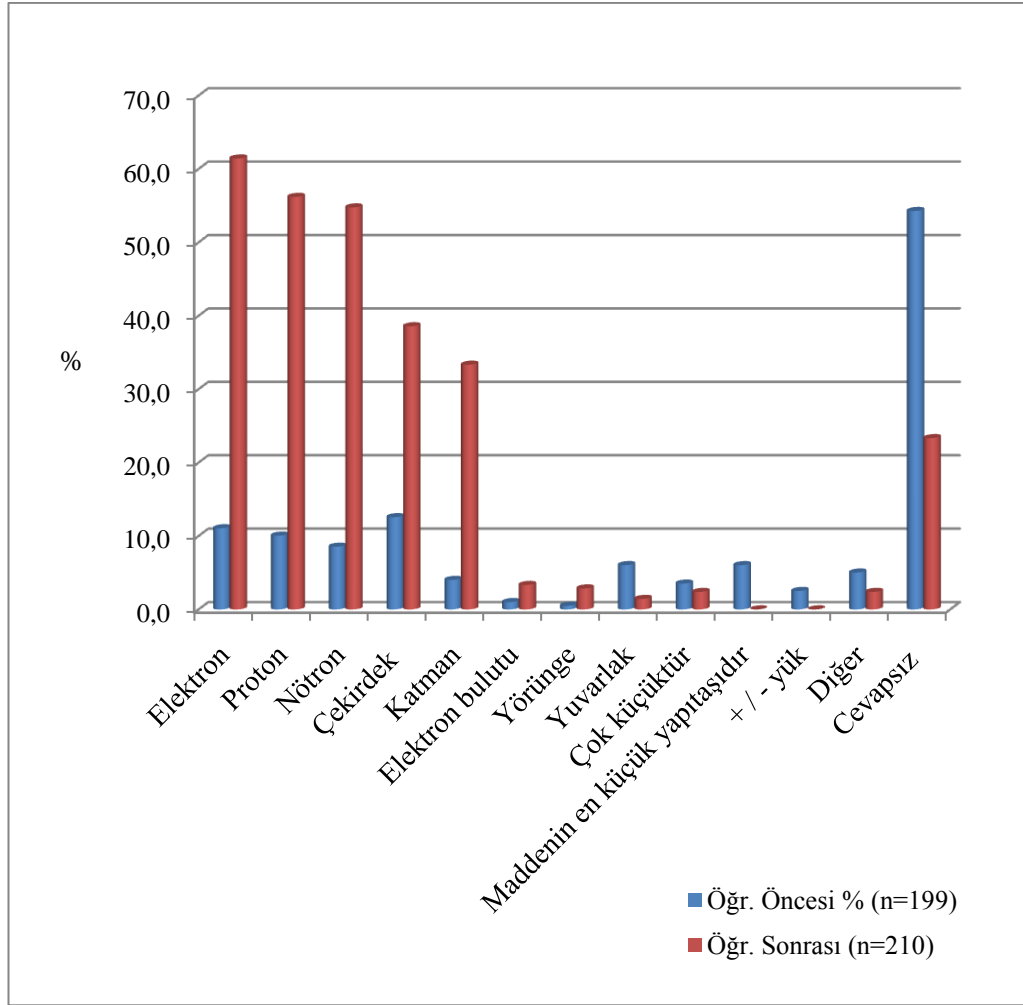
Çizelge 4.1.2'de öğrencilerin 1. soruda çizdikleri atom modellerini açıklarken kullandıkları ifadelerin frekans ve yüzde değerleri verilmiştir. Öğrencilerin cevapları gruplanabilir bir tutarlılık göstermediğinden dolayı bu bölümün analizinde *sözcük sıklık hesabı* kullanılmıştır. Çizelge 4.1.2'de sadece zihinlerindeki atom modellerini çizen öğrenciler örneklem olarak kabul edilmiş, frekansların yüzde dağılımları bu yeni örneklem üzerinden hesaplanmıştır. Çizelge 4.1.2'deki *cevapsız* kategorisi ise atom modeli çizmiş olan ancak hakkında herhangi bir açıklama yapmamış olan öğrencileri belirtmektedir. Bu bağlamda zihinlerindeki atom modelini açıklarken öğrencilerin öğrenim öncesinde yarıdan fazlası öğrenim sonrasında ise yaklaşık olarak $\frac{1}{4}$ 'i herhangi bir açıklamada bulunmamıştır.

Öğrenciler atom modellerini açıklarken öğrenim öncesinde genellikle atomun bileşenlerinden ziyade *yuvarlak*, *çok küçük* gibi özelliklerini belirtirken, öğrenim sonrasında daha çok bileşenlerine değinmişlerdir. Bu durum, 6. sınıfta öğrencilerin atomun yapısına dair herhangi bir şey öğrenmemiş olmalarından kaynaklanmaktadır. Küçük yüzdelerle de olsa *elektron* (%11,1), *proton* (%10,1), *nötron* (%8,5), *katman* (%4,0), *elektron bulutu* (%1,0) ve *yörünge* (%0,5) cevabı veren öğrencilerin ise konuyla ilgili daha önceden herhangi bir kaynaktan veya dershaneden bilgi sahibi oldukları düşünülmektedir. Sadece öğrenim öncesinde 5 öğrenci tarafından belirtilen +/- *yük* açıklaması ise öğrencilerin daha önceden atomda + ve - yüklerin bulunduğu bilgisini duydukları ancak bunların proton ve elektron bileşenlerine ait olduklarını bilmediklerini göstermektedir.

Çizelge 4.1.2. “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız” Sorusunda Öğrencilerin Zihinlerindeki Atom Modellerini Açıklarken Kullandıkları İfadelerin Frekans ve Yüzde Dağılımları

Açıklamalar	Öğr. Öncesi		Öğr. Sonrası	
	f	% (n=199)	f	% (n=210)
Elektron	22	11,1	129	61,4
Proton	20	10,1	118	56,2
Nötron	17	8,5	115	54,8
Çekirdek	25	12,6	81	38,6
Katman	8	4,0	70	33,3
Elektron bulutu	2	1,0	7	3,3
Yörüngen	1	0,5	6	2,9
Yuvarlak	12	6,0	3	1,4
Çok küçüktür	7	3,5	5	2,4
Maddenin en küçük yapıtaşdır	12	6,0	-	0,0
+ / - yük	5	2,5	-	0,0
Diğer	10	5,0	5	2,4
Cevapsız	108	54,3	49	23,3
Toplam	249	125,1	588	280,0

Öğrenim sonrası öğrencilerin $\frac{3}{5}$ 'ü *elektron*, yarısından fazlası *proton* ve *nötron*, $\frac{2}{5}$ 'si ise *çekirdek* yapı birimlerini belirtmiştir. Burada önemli olan nokta ise, öğrencilerin $\frac{1}{3}$ 'ünün *katmanı* belirtirken, günümüzde geçerli olan atom modelinde var olan *elektron bulutunu*, öğrenmiş olmalarına rağmen, sadece 7 öğrencinin belirtmiş olmasıdır. Bu durum konunun işlenişi sırasında anlamayı kolaylaştırmak için elektronların katmanlarda bulduklarının belirtilmesi ve elektronların bu şekilde resmedilmesinden, elektron bulutu kavramına ise sadece günümüzde geçerli olan atom modelinin Modern Atom Teorisi olduğu açıklanırken değinilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Konunun bu şekilde anlatılmış olması, Modern Atom Teorisinin geçerli olduğu belirtile bile Bohr Atom Modeline uygun atom modelleri yapıldığından, öğrencilerin bilgilerini yapılandırırken dengesizlik yaşamalarına neden olacaktır.



Grafik 4.1.2. “Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız” Sorusunda Öğrencilerin Zihinlerindeki Atom Modellerini Açıklarken Kullandıkları İfadelerin Frekans ve Yüzde Dağılımlarının Grafikselleştirilmesi

Öğrenim sonrası öğrencilerin yaklaşık olarak %75’inin zihinlerinde yapılan atom modelinin Bohr Atom Modeli ya da Güneş sistemi modeli (Medyatik model, Rutherford Atom Modeli) olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda Cokelz ve Dumon (2005)’un çalışmadan esinlenilerek, öğrencilerin atom modellerini çizerlerken kullandıkları ifadelerle atom modeli seviyeleri belirlenmiştir (Bkz. Grafik 4.1.3.). Bu seviyeler aşağıdaki gibidir:

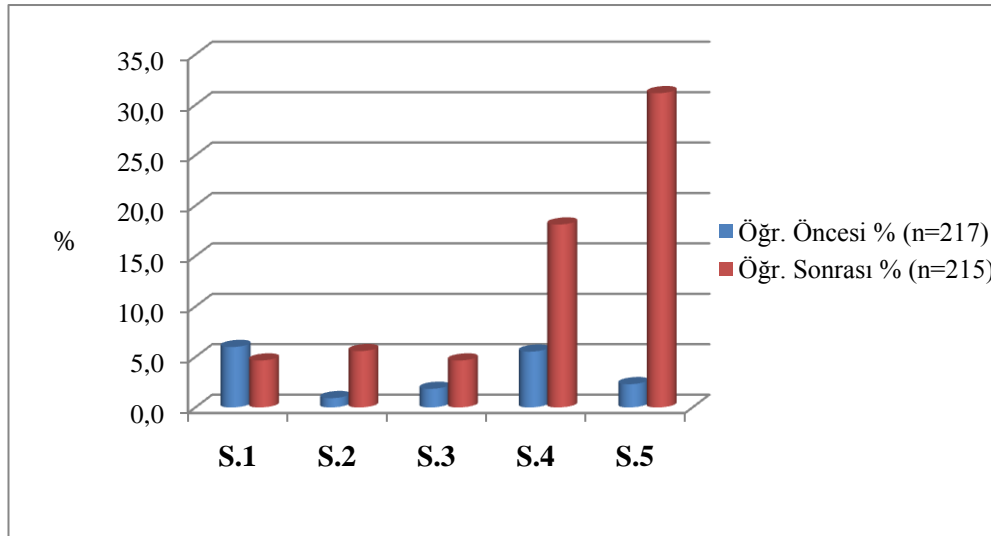
S.1: Çekirdekten / Nötronun bulunduğu çekirdekten / Protonun bulunduğu çekirdekten / Proton ve nötronun bulunduğu çekirdekten oluşan atom

S.2: Çekirdek ve elektrondan / Çekirdek ile elektronların bulunduğu elektron katmanından oluşan atom

S.3: Protonun bulunduğu çekirdek ve elektrondan / Nötronun bulunduğu çekirdek ve elektrondan oluşan atom

S.4: Proton ve nötronun bulunduğu çekirdek ve elektrondan oluşan atom

S.5: Proton ve nötronun bulunduğu çekirdek ve elektronların bulunduğu elektron katmanından oluşan atom



Grafik 4.1.3. “Zihninizdeki atom modelini çizerek açıklayınız.” Sorusunda Öğrencilerin Atom Modellerini Çizerken Kullandıkları İfadelere Göre Belirlenen Öğrencilerin Atom Modeli Seviyelerinin Öğrenim Öncesi-Öğrenim Sonrası Dağılımlarının Grafikselsel Gösterimi

Toplam öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası örneklem sayılarına göre hesaplanan oranlar ve bu oranlardaki değişimler Grafik 4.1.2.’de belirtilmiştir. Grafikte de görüldüğü gibi 5. seviyedeki atom modelini (proton ve nötronun bulunduğu çekirdek ve elektronların bulunduğu elektron katmanından oluşan atom modeli) öğrenim öncesinde her 50 öğrenciden 1’i çizerken, öğrenim sonrasında her 3 öğrenciden 1’i çizmiştir. Katmanın belirtilmediği 4. seviyedeki atom modeli ise öğrenim öncesinde her 50 öğrenciden 3’ü tarafından çizilmişken öğrenim sonrasında her 50 öğrenciden 9’u tarafından çizilmiştir. Seviye 2 olarak belirtilmiş olan elektron ve çekirdekten oluşan atom modelinin ise öğrenim öncesi her 100 öğrenciden 1’i tarafından çizildiği görülürken, öğrenim sonrası

her 50 öğrenciden 3'ünün çekirdekte bulunan proton ve nötronu belirtmeyerek, sadece çekirdek ve elektrondan oluşan bu atom modelini çizdikleri görülmektedir. Öğrenim öncesi her 50 öğrenciden 3'ü tarafından çekirdekten oluşan atom modeli (Seviye 1) çizilmiştir. Bu orandaki düşüşün daha fazla olması beklenirken öğrenim sonrasında her 20 öğrenciden 1'inin çekirdekten oluşan atom modeli çizdikleri görülmüştür.

Öğrenim sonrasında atomun bileşenlerini öğrenmiş olmalarına karşın kendilerinden beklenenden daha düşük seviyedeki atom modellerini (seviye 1, 2, 3) çizmiş olan öğrenciler, bu kavramların yeteri kadar anlaşılmadığına, öğrencilerin zihinlerinde atomun yapısını yeteri kadar özümseyip dengeye oturtamadıklarına birer örnek oluşturmaktadır.

4.2 “Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olursanız neye benzetirsiniz?” Sorusunun Analizi

Öğrencilerin atomla ilgili zihinsel modellerini yapılandırırken günlük hayatlarından hangi objeye benzettiklerinin araştırıldığı bu soruda, öğrenim öncesinde her 20 öğrenciden 1'i, öğrenim sonrasında ise her 25 öğrenciden 1'i soruya cevap vermezken; her 20 öğrenciden 3'ü öğrenim öncesinde, 6'sı ise öğrenim sonrasında “Hayır benzetmiyorum. Çünkü atom çok küçük bir yapıdadır. Bu yüzden hiçbir şeye benzemez.” cevabında olduğu gibi atomu bir şeye benzetmemişlerdir (Bkz. Çizelge 4.2.1. ve Grafik 4.2.1.).

Öğrencilerin atomu benzettikleri cisimler 12 kategoriye ayrılarak incelenmiştir. Bu 12 kategorinin 6'sı atomun yuvarlak olan şekli temel alınarak yapılmış olan öğrenci benzetmeleridir. Öğrenim öncesinde öğrencilerin yaklaşık olarak yarısı, öğrenim sonrasında ise $\frac{1}{3}$ 'i atomu *topa* benzetmiştir. Öğrenim öncesinde ve sonrasında her 50 öğrenciden 9'u atomu bilye, misket, nohut, fındık gibi cevapların yer aldığı *küçük yuvarlak cisimlere*; yaklaşık olarak her 10 öğrenciden 1'i ise bit, tuz, pirinç gibi cevapların yer aldığı *çok küçük yuvarlak cisimlere* benzetmişlerdir. Dünya, gezegen gibi cevapların bulunduğu *çok büyük cisimler* ve *top* kategorilerinde, özellikle öğrenim sonrasında öğrencilerin bu kadar çok cevap vermiş olmalarının nedeninin, atomu sadece

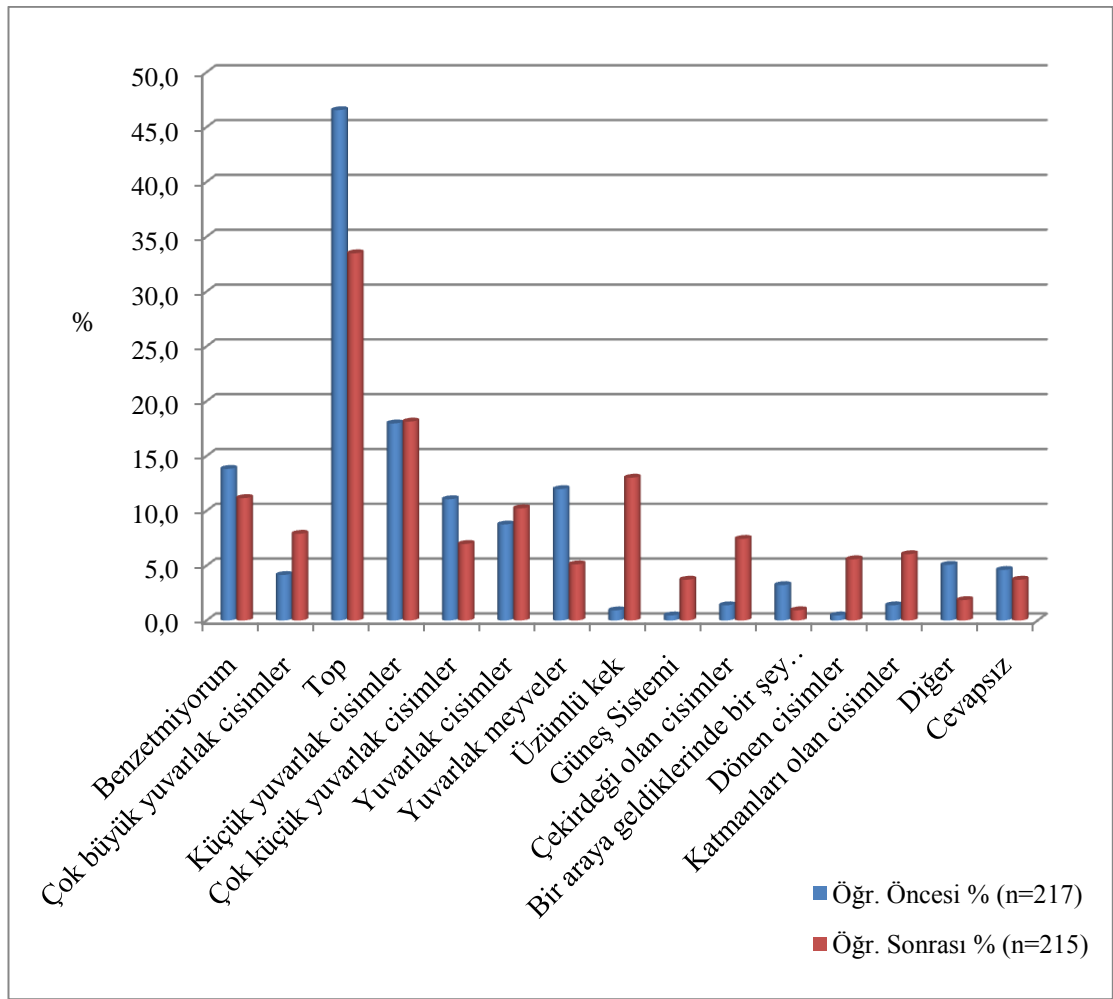
şekil açısından; *küçük yuvarlak cisimler* ve *çok küçük yuvarlak cisimler* kategorilerinde ise şekil ve boyut açısından ele alarak günlük hayatlarından bir şeye benzetmeye çalışmış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.2.1. “Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olursanız neye benzetirsiniz? Sorusunda Öğrencilerin Açıklamalarının Frekans ve Yüzde Dağılımları

Açıklamalar		Öğr. Öncesi		Öğr. Sonrası	
		f	% (n=217)	f	% (n=215)
Benzetmiyorum		30	13,8	24	11,2
Benzetiyorum	Çok büyük yuvarlak cisimler	9	4,1	17	7,9
	Top	101	46,5	72	33,5
	Küçük yuvarlak cisimler	39	18,0	39	18,1
	Çok küçük yuvarlak cisimler	24	11,1	15	7,0
	Yuvarlak cisimler	19	8,8	22	10,2
	Yuvarlak meyveler	26	12,0	11	5,1
	Üzümlü kek	2	0,9	28	13,0
	Çekirdeği olan cisimler	3	1,4	16	7,4
	Katmanları olan cisimler	3	1,4	13	6,0
	Dönen cisimler	1	0,5	12	5,6
	Bir araya geldiklerinde bir şey oluşturan cisimler	7	3,2	2	0,9
	Güneş Sistemi	1	0,5	8	3,7
	Diğer	11	5,1	4	1,9
	Cevapsız		10	4,6	8
Toplam		282	130,0	291	135,3

Kavanoz kapağı, tabak gibi 2 boyutlu cevapları da barındıran *yuvarlak cisimler* kategorisi öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası yaklaşık olarak her 10 öğrenciden 1'i tarafından cevaplandırılmıştır. Bu kategoride dikkat çekici olan ise öğrenim öncesinde 8, öğrenim sonrasında ise 4 öğrencinin atomu 2 boyutlu cisimlere benzetmiş olmasıdır. Griffiths ve Preston (1992)' in çalışmalarında da rastlanan bu kavram yanılgısına sahip olan öğrencilerin, ders kitaplarında yer alan, öğrencilerin karton üzerinde belirttikleri

çekirdek ve katmanlara oyun hamurundan yaptıkları proton, nötron ve elektronları yerleştirip 2 boyutlu atom modeli yaptıkları (MEB, 2008a, s. 150), öğretmen kılavuz kitabında ise öğretmenlerin etkinlik esnasında atomun yüzeysel olarak algılanmaması için 3 boyutlu olduğunun hatırlatılması gerekliliğinin belirtildiği (MEB, 2008f, s. 150) “Atom Modeli Yapalım” etkinliğinde oluşturdukları atom modellerinden ve yine ders kitaplarında yer alan elektronların yörüngelere nasıl dağıldığının resmedildiği 2 boyutlu atom modellerinden etkilenerek, atomu 2 boyutlu bir yapı olarak algılamış olabilecekleri düşünülmektedir.



Grafik. 4.2.1. “Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olursanız neye benzetirsiniz? Sorusunda Öğrencilerin Atomu Benzettikleri Cisimlerin Öğrenim Öncesi-Öğrenim Sonrası Dağılımlarının Grafiks gösterimi

Üzümlü kek modeli olarak da anılan Thomson Atom Modeli, 7. sınıf ders kitabında “*Atom Modelinin Serüveni*” başlığı altında verilmiş ve modelin artık çürütülmüş olduğu, günümüzde geçerli olan modelin ise “*Modern Atom Modeli*” olduğu belirtilmiştir (MEBa, 2008, s. 153-156). Yıldız (2006)’ın çalışmasında ilköğretim öğrencilerinin Üzümlü kek modelini çizmezken, ortaöğretim öğrencilerinin %2,3’ünün çizmiş olduğu bulgusuna benzer bir şekilde, atomu *üzümlü keke* benzeten öğrenci sayısı öğrenim öncesinde 2 iken bu sayının öğrenim sonrasında 28’e yükseldiği görülmüştür (Bkz. Çizelge 4.2.1.ve Grafik 4.2.1). Zihinlerindeki atom modellerini çizdikleri 1. soruda ise öğrenciler, atomu üzümlü keke benzer çizmeyip aksine üzümlü kekle ilgisi olmayan Güneş sistemi ve Bohr Atom Modellerini çizmişlerdir. Bu bulgular öğrencilerin atomun yapısını tam olarak algılayamadıklarını, bilgiyi özümseyemeyip dengesizlik yaşadıklarını kanıtlamaktadır.

Ayrıca atomu üzümlü keke benzeten öğrenciler “*Üzüm elektron, kek çekirdek (BB336)*”, “*...üzümlü kekin üzerindeki üzümler atomun üzerinde bulunan protonlara benzer (CC96)*”, “*Üzümlü kekin üzümleri pozitif, kek elektron (CC445)*”, “*...tanecikler proton nötron ve elektronu anımsatıyor (CC794)*” açıklamalarında bulunmuşlardır. Bu açıklamalar öğrencilerin atomu üzümlü keke benzetmiş olmalarına rağmen, keki pozitif üzümleri ise negatif yük kabul eden Üzümlü kek atom modelini (Thomson Atom Modeli) de, günümüzde geçerli olan atom modelini de doğru bir şekilde yapılandıramamış olduklarını göstermektedir.

Üzümlü kek, portakal gibi yuvarlak meyveler, kayısı gibi çekirdeği olan cisimler, soğan gibi katmanları olan cisimler, dönme dolap gibi dönen cisimler, bir araya geldiklerinde okyanusu oluşturan su damlaları gibi bir araya geldiklerinde bir şey oluşturan cisimler cevapları, öğrencilerin günlük hayatlarıyla benzeşim kurarak bilgiyi daha rahat yapılandırdıklarının birer örneğini oluşturmaktadır. Ders kitabında sadece “*Atom Modelinin Serüveni*” başlığı altında değinilmiş olmasına (MEB, 2008a, s. 153-156), Bohr Atom Modeline göre konunun işlenmesine ve günümüzde geçerli olan atom modelinin Modern Atom Teorisi olduğunun belirtilmiş olmasına rağmen, öğrencilerin günlük hayatlarına çok daha yakın olan Üzümlü kek modelini seçip bilgiyi özümstedikleri, Güneş sistemi ve Bohr Atom Modelini ise sadece ezberledikleri

görülmektedir. Tüm bunlar soyut kavramların günlük hayatla ilişkilendirilerek anlatılmasının çok daha kalıcı olduğunu göstermektedir.

Öğrenim öncesinde 11, öğrenim sonrasında ise 4 öğrenci ise yiyecek olan atom, atom bombası, hücre gibi cevaplar vererek *diğer* kategorisinde belirtilmişlerdir. Öğrenim öncesindeki bazı öğrenci cevaplarına bakıldığında;

AB239 kodlu öğrencinin “*Atomu günlük hayattaki cisimlere benzetirsek top olabilir. Çünkü her ikisi de yuvarlaktır. Ayrıca her ikisi de değişik atomlardan oluşmuştur.*” cevabından, öğrencinin atomun değişik atomlardan oluştuğu düşüncesine sahip olduğu görülmektedir.

Atomu topa ve dünyaya benzeten AD1259 kodlu öğrenci “*Top yuvarlak ama dünya hem yuvarlak hem de içinde bir sürü kara parçacıkları var. Not: kara parçacıklarını nötron, proton, elektrona benzettim*” açıklamasında bulunmuştur. ‘Dünyanın üzerinde dağılmış kara parçaları’ benzetmesi, öğrencinin atomu Üzümlü kek modeli olarak algıladığını düşündürmektedir. Ancak öğrenci 1. soruda öğrenim öncesinde de öğrenim sonrasında de Top modelini çizmiştir.

BB575 kodlu öğrenci “*Ben atomu şekerlere benzetiyorum çünkü atomlar da yuvarlak bazen atomlar çoğalabiliyor. Yani bazen birbirine yapışabiliyorlar şekerler de aynı şekilde yapışır.*”cevabını vermiştir. Bu öğrencinin atomların bağ yapmalarını birbirlerine yapışmaları olarak algılaması sonucu, atomlar yapışır ve atomlar çoğalır şeklinde kavram yanlışlarına sahip olduğu görülmektedir. Atomların çoğaldığı bulgusu Harrison ve Treagust (1996)’un “atomlar bölünerek çoğalır” bulgusuna paralellik göstermektedir.

BB163 kodlu öğrenci “*Kablosuz internete benziyor... Çünkü kablosuz internet yayılarak ulaşım sağlıyor (iç içe geçmiş halkalarla resmetmiş). Benzerlik: yörüngeler sayesinde aktarmalar sağlanıyor. Farklılık: atom döner, kablosuz internet dönmez.*” cevabını vermiştir. Orijinal bir benzetme olsa da, öğrencinin bir modelin gerçeğin ne kadarını temsil edeceği yönünde bilgisinin ne derecede olduğu bilinmediğinden,

öğrencinin dalgalarla yayılan kablosuz internetin dalgalarını atomun katmanlarına benzettiğini ele alırsak, bu cevap öğrencinin, katmanların da dalgalar gibi yayılarak hareket ettiği yönünde bir kavram yanılgısına sahip olabileceğini göstermektedir. Ayrıca farklılığını belirtirken kullandığı ifade de öğrencinin atomun döndüğü yönünde bir kavram yanılgısına sahip olduğunu göstermektedir.

BB214 kodlu öğrencinin verdiği “*Etrafında gezegenlerin döndüğü bir güneşe benziyor ya da kürenin etrafından çıkan parlak bir yapıya..! Benzettiğim şeyle kimyasal olarak hiçbir alakası yok. Sadece şekil olarak benziyor. Parlayan bir küreyle ise etrafındaki elektronlarla ve içerisindeki protonlarla benzetiyorum.*” cevabı, öğrencinin bu benzetmeyi yaparken modelin gerçekte bire bir uyuşmasının gerekmediğinin farkında olarak, bilgiyi yapılandırırken somutlaştırmak amacıyla güneş sistemine benzettiğini göstermektedir. Ayrıca etrafına ışık saçan bir küre benzetmesi de elektron bulutu kavramını öğrencilere kazandırmak için kullanılacak güzel bir modelleme örneğidir.

Öğrenim sonrasındaki bazı öğrenci cevaplarına bakıldığında; atomu miskete benzeten BA280 kodlu öğrencinin, “*İkisi de yuvarlak ama misket gözle görünür atom hücre olduğu için görünmez.*” açıklamasını yaptığı görülmektedir. Bu açıklamadan, öğrencinin atom-hücre farkını tam olarak anlayamadığı anlaşılmaktadır.

Atomu yumurtaya benzeten BA8 kodlu öğrencinin, yumurtanın atomla benzerlik ve farklılıkları için açıklaması “*Atom gibi çekirdeği, yörüngesi ve katmanı olması. Mesela yumurta en dış yörünge, ortası katman, sarısı çekirdektir.*” şeklindedir. Yine atomu güvenlik kalkanı olan bir uzay üssüne benzeten BB824 kodlu öğrenci, benzetmesini “*Üssün kendisi çekirdek, bina sayısı proton ve nötron, güvenlik kalkanı katman.*” şeklinde açıklamıştır. Bu iki öğrencinin cevabı da öğrencilerin bilgiyi yapılandırırken, kendi zihinsel modellerini geliştirdiklerinin güzel birer örneğidir.

4.3 “Atomların canlılığı hakkında neler düşünüyorsunuz?” Sorusuna Verilen Cevapların Analizi

Öğrencilerin atomun canlılığı hakkındaki düşüncelerinin araştırıldığı bu soruda analiz sonuçları iki kategoride verilmiştir. İlk kategoride öğrencilerin atomun canlılığı hakkındaki düşünceleri analiz edilirken; ikinci kategoride “*Atomlar canlı değildir*” ve “*Atomlar canlıdır*” cevaplarını veren öğrencilerin gerekçeleri analiz edilmiştir.

Öğrenciler canlılık kavramıyla 4. sınıf Fen ve teknoloji dersinde “Çevremizdeki Varlıkları Tanıyalım” ünitesinde karşılaşmışlardır. “Canlı Deyince Ne Anlıyoruz” başlığı altında cansız varlıkların dışarıdan bir etki olmadıkça hareket edemediği, canlı varlıkların ise yürüme, koşma, uçuş gibi hareketleri yapabildikleri; yine canlı varlıkların beslendiği, büyüdüğü, geliştiği, solunum yaptığı ve ürettiği, cansız varlıklarda ise bu özelliklerin görülmediği belirtilmiş ve canlılık özellikleri (1) büyüme ve gelişme, (2) beslenme, (3) hareket etme, (4) solunum, (5) boşaltım, (6) uyarı alabilme ve tepki verme ve (7) üreme şeklinde özetlenmiştir (MEB, 2008c, s. 191).

TÜBİTAK’ın internet sitesinde yer alan canlılık tanımı ise şöyledir:

“Canlı, organize olan ve bu organize karakteri sayesinde de kendi devamını sağlayabilendir. Kendiliğinden çeşitli kimyasal tepkimeleri gerçekleştiren, bu tepkimeler sayesinde yapı taşlarını kendisi oluşturabilen veya gerektiğinde bunları yıkabilen, üreyebilen, içinde bulunduğu koşullardan haber alabilen ve bunlara karşı tepkiler oluşturabilen ve en önemlisi de, bunların hepsini yapabilmek için mutlaka enerjiye ihtiyaç duyan her şey ‘canlıdır’”. Ve “Canlıların kabul gören 3 temel ayırt edici özelliği; beslenme, üreme ve etraflarında olup bitenden haberdar olma (duyumsama) olarak sayılır.” (Candaş, 2002).

Ders kitaplarında atomun canlılığıyla ilgili herhangi bir bilgiye değinilmemiş olmasına rağmen, 4. sınıf ders kitabındaki açıklamadan da TÜBİTAK’ın tanımından da anlaşılacağı üzere, atom cansızdır ve değerlendirmeler bu bağlamda yapılacaktır.

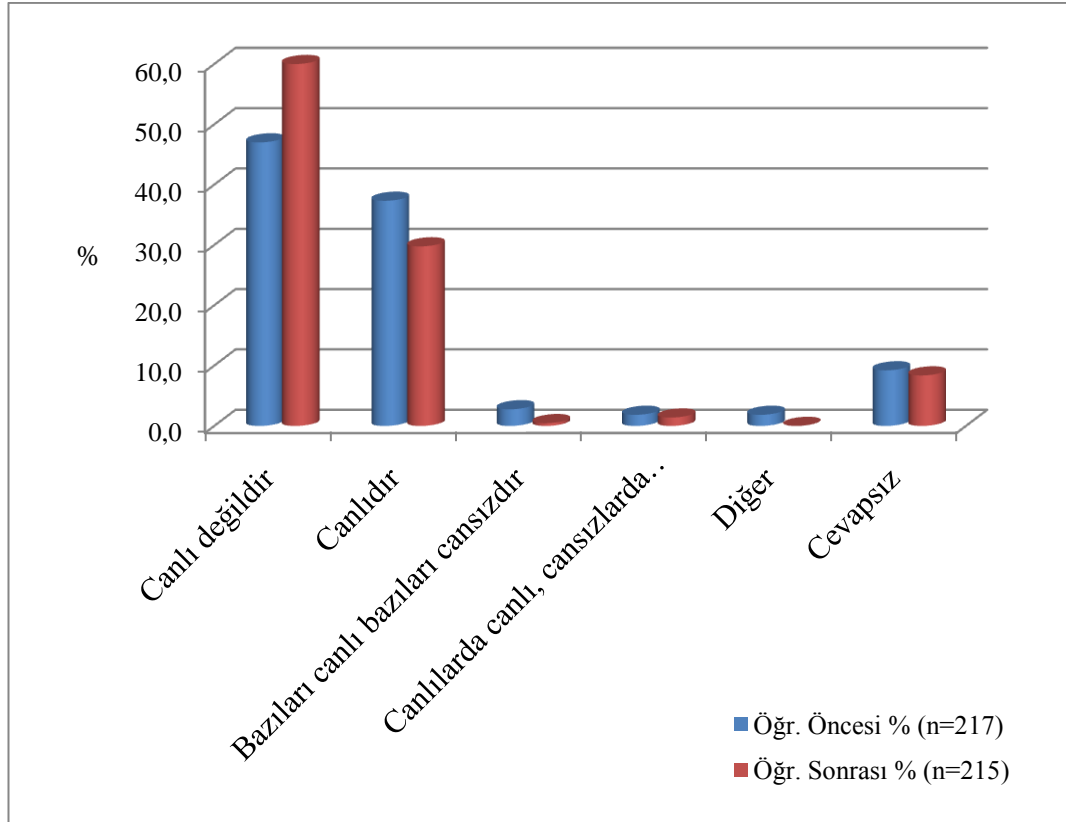
4.3.1 Öğrencilerin Atomun Canlılığı ile ilgili Düşüncelerinin Analizi

Öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası öğrencilerin yaklaşık olarak 1/10'ünün cevap vermediği ya da bilmiyorum yanıtını verdiği bu soruda, öğrenci cevapları 4 kategoride toplanmıştır. Kategori dışı cevaplar ise sadece öğrenim öncesinde 4 öğrenci tarafından verilmiş ve *diğer* kategorisinde belirtilmiştir (Bkz. Çizelge 4.3.1.1.).

Çizelge 4.3.1.1. Öğrencilerin Atomun Canlılığı ile ilgili Düşüncelerinin Frekans ve Yüzde Dağılımları

Açıklamalar	Öğr. Öncesi		Öğr. Sonrası	
	f	% (n=217)	f	% (n=215)
Canlı değildir	102	47,0	129	60,0
Canlıdır	81	37,3	64	29,8
Bazıları canlı bazıları cansızdır	6	2,8	1	0,5
Canlılarda canlı, cansızlarda cansızdır	4	1,8	3	1,4
Diğer	4	1,8	0	0,0
Cevapsız	20	9,2	18	8,4
Toplam	217	100,0	215	100,0

Öğrenim öncesinde öğrencilerin yaklaşık olarak yarısı, öğrenim sonrasında ise $\frac{3}{5}$ 'ü atomların *canlı olmadığını* düşünürken; öğrenim öncesinde öğrencilerin yaklaşık olarak $\frac{2}{5}$ 'si, öğrenim sonrasında ise $\frac{1}{3}$ 'i atomların *canlı olduğunu* düşünmektedir. Oranlardan da görüldüğü gibi öğrenim sonrasında atomlar canlıdır cevabını veren öğrenci sayısı azalırken, canlı değildir cevabını veren öğrenci sayısı artmıştır (Bkz. Grafik 4.3.1.1.). Ancak yine de öğrenim sonrasında *atomlar canlıdır* cevabı için öğrencilerin $\frac{1}{3}$ 'ü büyük bir orandır. Alan yazına bakıldığında, Griffiths ve Preston (1992)'ın çalışmalarında öğrencilerin yarıdan fazlasının, Harrison ve Treagust (1996)'ın çalışmalarında öğrencilerin $\frac{1}{4}$ 'ünün, Tezcan ve Salmaz (2005)'in çalışmalarında ise deney grubunun $\frac{1}{5}$ 'inin ve kontrol grubunun $\frac{3}{5}$ 'ünün atomun canlı olduğunu düşündükleri görülmektedir.



Grafik.4.3.1.1. Öğrencilerin Atomun Canlılığı ile ilgili Düşüncelerinin Öğrenim öncesi-Öğrenim sonrası Dağılımlarının Grafikselleştirilmesi

Öğrenim öncesinde 6, öğrenim sonrasında da 1 öğrenciye göre atomların “*Bazıları canlı bazıları cansız*” (Griffiths ve Preston, 1992); öğrenim öncesinde 4, öğrenim sonrasında da 3 öğrenciye göre ise atomlar “*Canlılarda canlı, cansızlarda cansızdır*”. Bu cevaplar atomun canlılığı (animizmi) konusunda öğrencilerin dengesizlik yaşamakta olduklarını savunur niteliktedir.

Diğer kategorisinde değerlendirilen cevapları veren öğrencilerden BA268 kodlu öğrenci, öğrenim öncesinde “*Değildir ama olabilir de. Ne de olsa hücreyi, insanı oluşturuyor ve bunlar canlı, kararsızım.*”, öğrenim sonrasında “*Bence canlıdır. Çünkü hücreyi oluşturur, hücre canlıdır*” cevaplarını verirken; CA1348 kodlu öğrenci ise öğrenim öncesinde “*Canlıdır. Çünkü hareket ederler ve birçok canlıları onlar oluştururlar.*”, öğrenim sonrasında ise “*Canlıdır. Çünkü içindeki elektronlar hareket ediyor ve birçok canlıyı atomlar oluşturuyorlar.*” cevaplarını vermiştir. Bu iki öğrencinin de öğrenim öncesinde bilgiyi yapılandırma aşamasında dengesizlik yaşadığı görülmekte, öğrenim sonrasında ise atomun canlı olduğu yönünde yani yanlış şekilde

bilgiyi yapılandırdıkları görülmektedir. Yine ikinci öğrencinin “*birçok canlıyı atomlar oluşturuyorlar*” ifadesi ise, öğrencinin canlı cansız her şeyin atomlardan oluştuğu düşüncesini benimseyemediğini göstermektedir. Ayrıca 7. sınıf ders kitabında bulunan “...doğadaki canlı ve cansız her şey elementlerden meydana gelmiştir. Doğada bilinen yaklaşık 100 element olmasına karşın bu elementler birbirleriyle birleşerek dünyayı ve canlıları oluşturur.” (MEB, 2008a, s.138) ifadesi, element ve atom kavramlarını tam olarak yapılandıramamış olan öğrenciler için yanıltıcı niteliktedir. Bu ifadenin “...doğadaki canlı ve cansız her şey atomların oluşturduğu elementlerden meydana gelmiştir.” şeklinde düzeltilmesi yerinde olacaktır.

4.3.2 “Atomlar Canlı Değildir” ve “Atomlar Canlıdır” Cevaplarını Veren Öğrencilerin Açıklamalarının Analizi

Çizelge 4.3.2.1’de atomların *canlı olmadığı* görüşünde olan öğrencilerin, Çizelge 4.3.2.2.’de ise atomların *canlı olduğu* görüşünde olan öğrencilerin cevapları 3’er kategoride toplanmış ve kategori dışı kalan öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdeleri *diğer* kategorisinde belirtilmiştir. “*Atomlar canlı değildir*” ve “*Atomlar canlıdır*” cevaplarını verdiği halde nedeni hakkında herhangi bir açıklamada bulunmayan öğrenciler ise *cevapsız* kategorisinde belirtilmiştir. Bu öğrenciler “*Atomlar canlı değildir*” cevabı için öğrenim öncesi ve öğrenim sonrasında yaklaşık olarak örneklemin $\frac{2}{5}$ ’sini oluştururken, “*Atomlar canlıdır*” cevabında öğrenim öncesinde yaklaşık olarak her 3 öğrenciden 1’i, öğrenim sonrasında ise her 6 öğrenciden 1’i açıklamada bulunmamıştır.

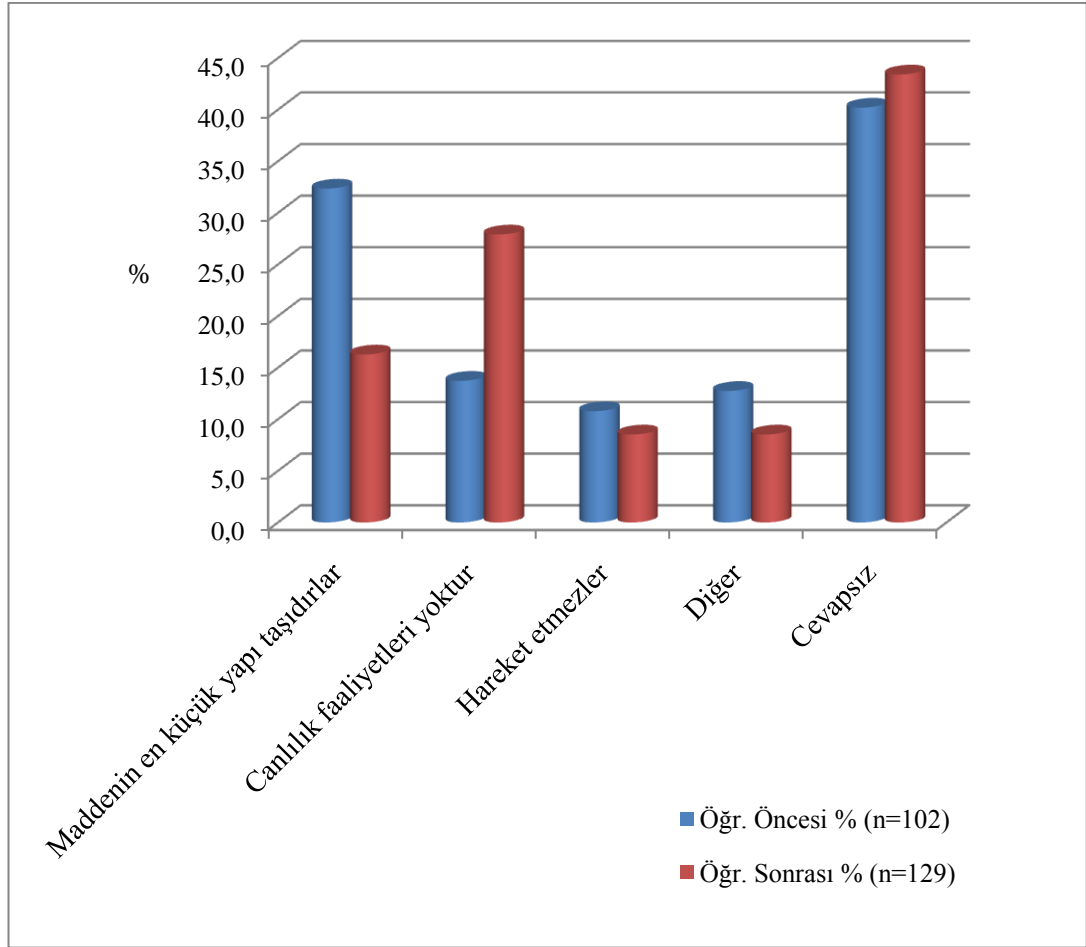
Öğrencilerin atomu cansız olarak düşünmelerinin en büyük nedeni “atom maddenin en küçük yapıtaşıdır” bilgisidir (Bkz. Çizelge 4.3.2.1 ve Grafik 4.3.2.1); öğrenim öncesinde örneklemini oluşturan öğrencilerin yaklaşık olarak her 3 öğrenciden 1’i, öğrenim sonrasında ise her 25 öğrenciden 4’ü bu cevabı vermiştir. Kategori dâhili değerlendirilen “*Bence atomlar cansızdır. Çünkü atomlar en küçük yapı birimidir ve canlı cansız her varlıkta bulunur. Eğer canlı olsaydı masa veya kalem de canlı olurdu.*” cevabında da görüldüğü gibi, öğrenci “*masanın yapıtaşı atomdur*” ve “*masa cansızdır*” önermelerinden yola çıkarak tümdengelim düşünce yöntemi ile “o halde atom cansızdır”

yargısına ulaşmıştır. Bektaş (2003)'in çalışmasında da gözlenen bu düşüncenin aksine, “Atom canlıdır” düşüncesine sahip olan öğrencilerin öğrenim öncesinde yaklaşık olarak $\frac{1}{5}$ 'i, öğrenim sonrasında ise $\frac{1}{4}$ 'ünün hücreler atomlardan oluştuğu için atomun da canlı olduğunu düşündükleri görülmektedir (Bkz. Çizelge 4.3.2.2 ve Grafik 4.3.2.2).

Çizelge 4.3.2.1. Atomun Canlı Olmadığını Düşünen Öğrencilerin Açıklamalarının Frekans ve Yüzde Dağılımları

Açıklamalar	Öğr. Öncesi		Öğr. Sonrası	
	f	% (n=102)	F	% (n=129)
Maddenin en küçük yapıtaşdırlar	33	32,4	21	16,3
Canlılık faaliyetleri yoktur	14	13,7	36	27,9
Hareket etmezler	11	10,8	11	8,5
Diğer	13	12,7	11	8,5
Cevapsız	41	40,2	56	43,4
Toplam	112	109,8	135	104,7

Çizelge 4.3.2.1.'de öğrencilerin “Atom nefes alıp vermez”, “Beslenmez” gibi cevapları genel olarak *canlılık faaliyetleri göstermez* kategorisinde değerlendirilmiş, öğrenim öncesinde her 50 öğrenciden 7'sinin, öğrenim sonrasında ise her 50 öğrenciden 14'ünün verdiği bu cevabın, öğrencilerin atomun canlı olmadığını düşünmelerinin ikinci büyük nedeni olduğu ortaya çıkmıştır. Harrison ve Treagust (1996)'ın çalışmalarında ortaya çıkan “Atom yaşar, büyür, bölünür” kavram yanılgısıyla çelişen bu bulgunun aksine, Çizelge 4.3.2.2.'te *atomlar canlıdır* cevabını veren her 25 öğrenciden 3'ünün öğrenim öncesinde, 20 öğrenciden 1'inin öğrenim sonrasında atomun *ürediği/çoğaldığı* düşüncesine sahip olduğu görülmektedir. Harrison ve Treagust (1996)'ın çalışmalarında açığa çıkan “Atom bölünerek çoğalır” bulgusuyla paralellik gösteren atomun *ürediği/çoğaldığı* düşüncesinin, öğrencilerin atomların element ve molekülleri oluştururken bağ yaptıkları bilgisini eksik yapılandırmış olabileceklerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

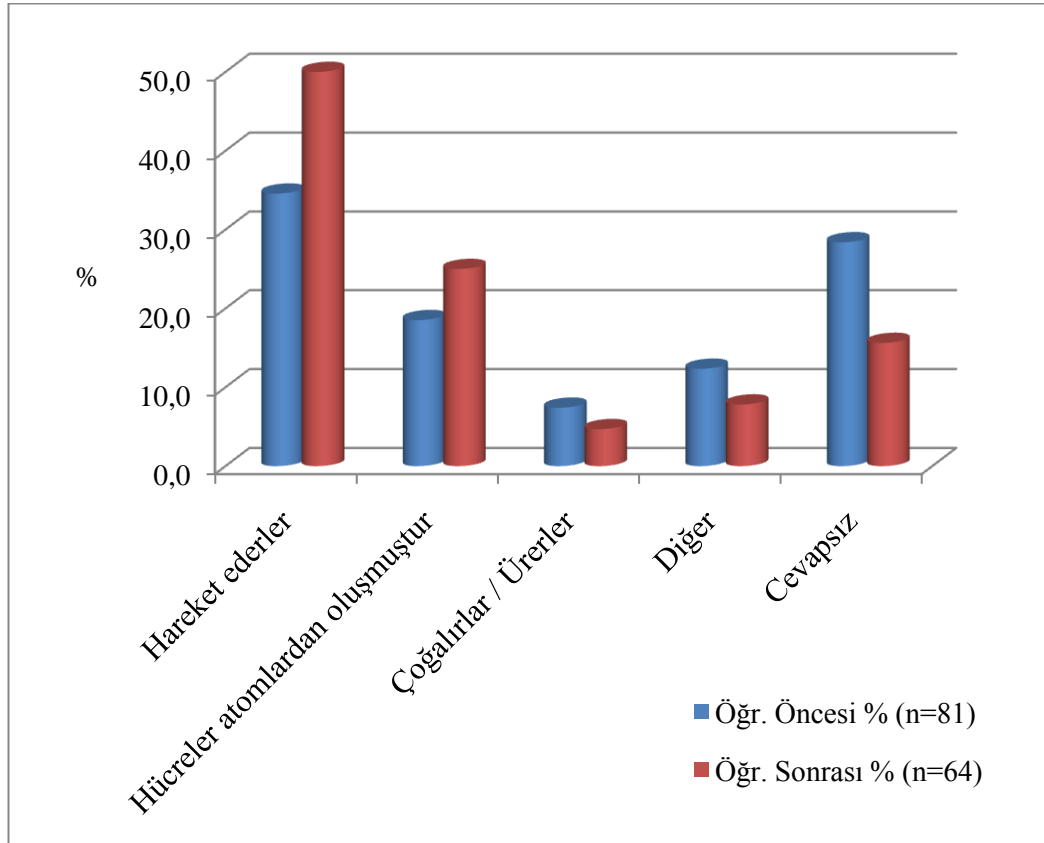


Grafik 4.3.2.1. Atomun Canlı Olmadığını Düşünen Öğrencilerin Açıklamalarının Öğrenim öncesi-Öğrenim sonrası Dağılımlarının Grafikselsel Gösterimi

Çizelge 4.3.2.1.'de *hareket etmediklerinden dolayı atom cansızdır* düşüncesine sahip olan öğrenci sayısının öğrenim öncesi ve öğrenim sonrasında 11'er öğrenci olduğu görülürken, Çizelge 4.3.2.2.'te *hareket ettiklerinden / titreştiklerinden dolayı atomlar canlıdır* düşüncesine sahip olan öğrenci sayılarının öğrenim öncesinde 28, öğrenim sonrasında ise 32 olduğu görülmektedir. Griffiths ve Preston (1992)'in çalışmalarında öğrencilerin en az $\frac{1}{3}$ 'ünde gözlenen "*Atom canlıdır çünkü hareket ederler*" kavram yanılgısı, Bektaş (2003)'in çalışmasında da deney grubunda her 20 öğrenciden 1'inde, kontrol grubunda ise her 20 öğrenciden 3'ünde gözlenmiştir.

Çizelge 4.3.2.2. Atomun Canlı Olduğunu Düşünen Öğrencilerin Açıklamalarının Frekans ve Yüzde Dağılımları

Açıklamalar	Öğr. Öncesi		Öğr. Sonrası	
	f	% (n=81)	F	% (n=64)
Hareket ederler / Titreşirler	28	34,6	32	50,0
Hücreler atomlardan oluşmuştur	15	18,5	16	25,0
Çoğalır / Ürerler	6	7,4	3	4,7
Diğer	10	12,3	5	7,8
Cevapsız	23	28,4	10	15,6
Toplam	82	101,2	66	103,1



Grafik 4.3.2.2. Atomun Canlı Olduğunu Düşünen Öğrencilerin Açıklamalarının Öğrenim öncesi-Öğrenim sonrası Dağılımlarının Grafiks gösterimi

Analizlerde farklı öğrenci cevapları ve açığa çıkan kavram yanlışlarının birkaçı ise şöyledir:

Öğrenim öncesinde “*Değildir. Ama bir araya geldiklerinde olabilirler (BA55).*” ve “*Değildir ama olabilir de. Ne de olsa hücreyi, insanı oluşturuyor ve bunlar canlı. Kararsızım (BA268).*” cevabını veren öğrencilerin dengesizlik yaşadıkları görülmektedir. “(Atom canlı) *Değildir. Çünkü atom bir maddenin (cansız bir maddenin) en küçük yapı taşıdır (CC647).*” cevabında ise öğrencinin atomun sadece cansız varlıkların yapı taşı olduğu şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir.

Öğrenim sonrasında “*Atom cansızdır. Canlı olsaydı bizimle beraber içimiz de canlı olurdu.*” cevabını veren BB614 kod numaralı öğrencinin insanın hücrelerden oluştuğu ve hücrelerin canlı olduğu düşüncesinin aksine, insanın bir bütün olarak canlı olduğunu şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir.

Öğrenim sonrasında “*Bazıları çünkü cansız olsa idi yaşayamazdık (AB1227).*” cevabını veren öğrenci, atomların canlı cansız diye ikiye ayrıldığı, bizi oluşturanların canlı atomlar olduğu şeklinde bir kavram yanlışlığına sahiptir.

“*Cansızdır. Çünkü hücrelerde bir görev vardır. Fakat atomda hiçbir görev yoktur. Bu yüzden hareket etmez (BB66)*” yanıtında olduğu gibi, bazı öğrenciler atomun görevi olmadığından dolayı cansız olduğunu düşünmektedirler.

Atomun canlı olduğunu düşünen öğrencilerden, öğrenim öncesinde 6, öğrenim sonrasında ise 3 öğrenci *atomun çoğaldığını/ürediğini* düşünmektedir. Öğrenim sonrasında CA246 kodlu öğrenci *atomun büyüdüğünü* belirtirken, CA1083 kodlu öğrenci ise “*...canlılar alışveriş yapar atom da alışveriş yapar*” çıkarımında bulunarak atomun canlı olduğunu belirtmiştir.

7. sınıf ders kitabı incelendiğinde ise, öğrencileri atomun canlı olduğu düşüncesine itecek, atomlar canlıymışçasına konuların hikâyeleştirilerek anlatıldığı *Taneciklerin*

Dünyası (s. 158) ve *Hidrojenin Hikâyesi* (s. 168) başlıklı okuma parçaları ile ders kitabında *Nasıl kararlı oldum* (s. 160) ve *Hani benim ikizim* (s. 169); öğrenci çalışma kitabında ise *İyon olmak istiyorum* (s. 97), *Elektronlarımın yeri değişti* (s. 98) ve *Bir arada duralım* (s. 103) başlıklı etkinlikler ile atomun kolu, gözü vs. olan canlı varlıklar gibi resmedildiği modeller yer almakta olduğu görülmüştür (MEB, 2008a, 2008d). 7. sınıf öğrenci çalışma kitabındaki *Koy Sepete* adlı etkinlikte ise elektron, proton ve nötronu temsilen çizilen 3 sepete yerleştirilmesi istenen, a'dan g'ye harflendirilmiş elmaların temsil ettiği “atomun parçaları arasında en hızlı olanıyım ve çekirdek etrafında hareket ederim”, “diğer parçacıklara göre sahip olduğum kütle en küçüktür”, “elektrona çekim kuvveti uygulayım” gibi canlının ağzından çıkmış gibi kurulan cümleler yer almaktadır (MEB, 2008d, s. 89). Ayrıca kitaplarda atomla ilgili cümlelerde ulaşmak, karşılamak, vermek, almak, çekmek, ihtiyaç duymak, ortaklaşa kullanmak, fedakârlık yapmak, sahip olmak, hareket etmek gibi canlıya özgü eylemler ile cimri, cömert gibi insana özgü özellikler kullanılmıştır (MEB, 2008a, 2008d).

4.4 “Atomlar hangi büyüklüktedir? Bilinen bir şeyle kıyaslayınız” Sorusuna Verilen Cevapların Analizi

Öğrencilerin atomun boyutu hakkındaki düşüncelerini açığa çıkarmanın amaçlandığı bu soruda, öğrencilerin birbirinin tamamlayıcısı olan bu sorulara ayrı ayrı cevap vermemeleri, cevaplarının net olmaması ve kıyaslamalarda çok çeşitli cevaplar vermelerinden dolayı, *büyüklik* ve *kıyaslanan obje* ayrı ayrı analiz edilememiştir. Bu yüzden öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar, öğrencilerin kullandıkları ifade ve sözcüklerin frekansına göre analiz edilmiştir. Örneğin, soruya sadece “*Top*” yanıtı veren ya da “*Bir topun milyonlarca küçültülmüş hali*” yanıtını veren bir öğrencinin yanıtı direkt olarak topun da içinde bulunduğu Boyut-I’de değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Çizelge 4.4.1.’de verilen tablonun ve Grafik 4.4.1.’de verilen histogramın açıklamalar sütununda, önce öğrencilerin atomun boyutu ile ilgili ifadeleri, ardından da kıyasladıkları objeler çoktan aza doğru frekanslarına göre sıralanarak verilmiştir. Öğrencilerin kıyaslama yaptıkları objeler ise boyutlarına göre 4 gruba ayrılarak analiz edilmiştir:

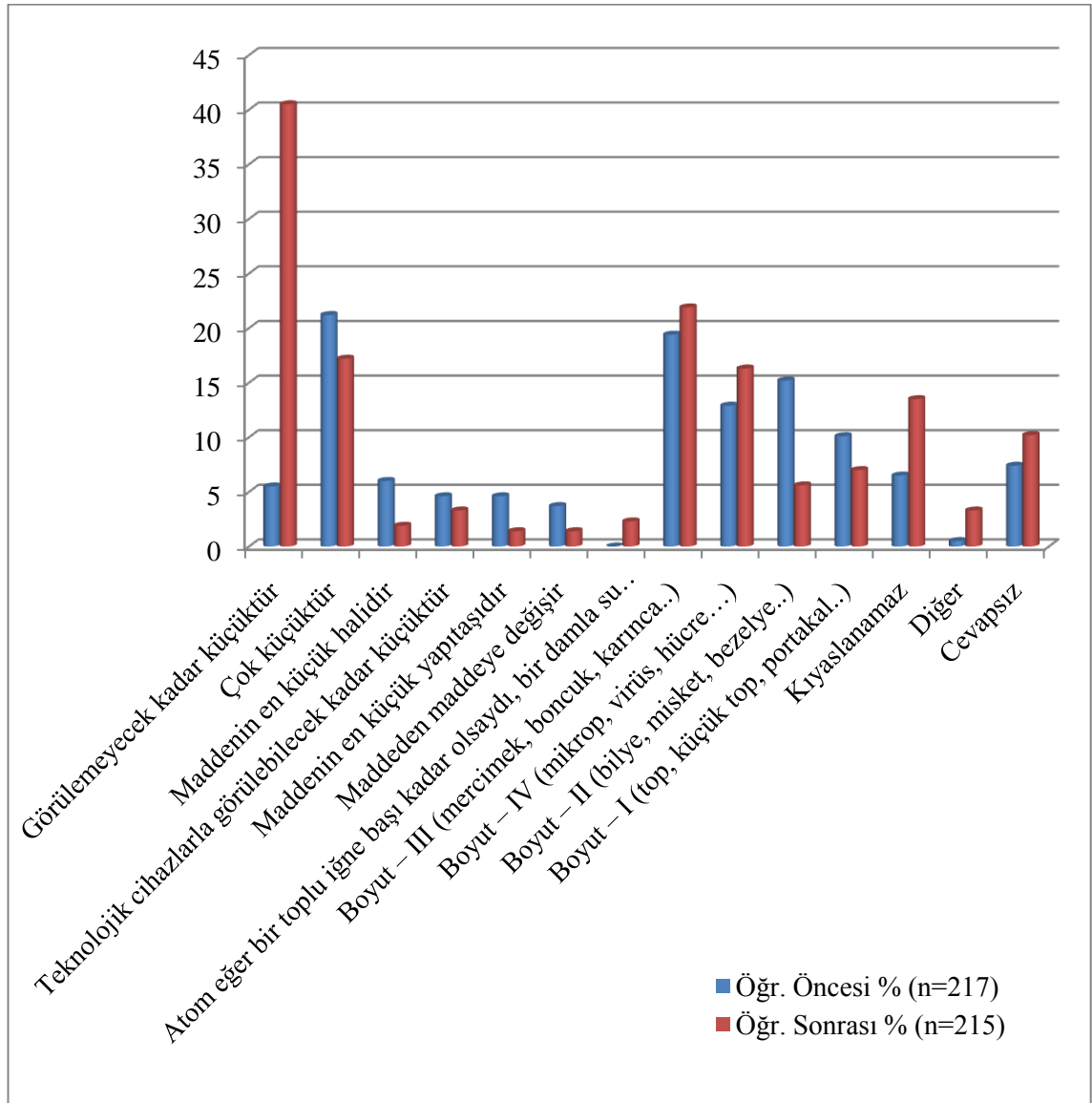
- *Boyut-I*: Portakal, top, yumurta gibi büyük objeler.
- *Boyut-II*: Bilye, misket, bezelye gibi küçük objeler.
- *Boyut-III*: Mercimek, boncuk, karınca gibi çok küçük objeler.
- *Boyut-IV*: Mikrop, hücre, virüs gibi gözle görülemeyen, ancak mikroskopla görülebilen, çok çok küçük objeler.

Çizelge. 4.4.1. “Atom hangi büyüklüktedir? Bilinen bir şeyle kıyaslayınız” Sorusuna Verilen Öğrenci Cevaplarının Öğrenim öncesi ve Öğrenim sonrası Frekans ve Yüzde Dağılımları

Açıklamalar	Öğr. Öncesi		Öğr. Sonrası	
	f	% (n=217)	f	% (n=215)
Görülemeyecek kadar küçüktür	12	5,5	87	40,5
Çok küçüktür	46	21,2	37	17,2
Maddenin en küçük halidir	13	6,0	4	1,9
Teknolojik cihazlarla görülebilecek kadar küçüktür	10	4,6	7	3,3
Maddenin en küçük yapıtaşıdır	10	4,6	3	1,4
Maddeden maddeye değişir	8	3,7	3	1,4
Atom eğer bir toplu iğne başı kadar olsaydı, bir damla su Marmara Denizi kadar olurdu	-	0,0	5	2,3
Boyut – III (mercimek, boncuk, karınca..)	42	19,4	47	21,9
Boyut – IV (mikrop, virüs, hücre...)	28	12,9	35	16,3
Boyut – II (bilye, misket, bezelye..)	33	15,2	12	5,6
Boyut – I (top, küçük top, portakal..)	22	10,1	15	7,0
Kıyaslanamaz	14	6,5	29	13,5
Diğer	1	0,5	7	3,3
Cevapsız	16	7,4	22	10,2
Toplam	255	117,5	313	145,6

Öğrenim öncesinde her 40 öğrenciden 3’ünün, öğrenim sonrasında ise her 40 öğrenciden 4’ünün cevap vermediği bu soruda, öğrencilerin $\frac{2}{5}$ ’si (her 20 öğrenciden 8’i) öğrenim sonrasında *çıplak gözle ve teknolojik cihazlarla görülemeyecek kadar*

küçük ifadesini kullanırken öğrenim öncesinde her 20 öğrenciden 1’i bu cevabı vermiştir (Bkz. Çizelge 4.4.1). Öğrenim öncesinde öğrencilerin $\frac{1}{5}$ ’i tarafından ifade edilen *çok küçüktür* cevabı ise öğrenim sonrasında her 50 öğrenciden yaklaşık olarak 9’u tarafından cevaplanarak, öğrenim sonrasında en çok tercih edilen ikinci ifade olmuştur. Öğrenim öncesinde 13 öğrenci tarafından cevaplandırılarak, en çok tercih edilen ikinci ifade ise atomun *maddenin en küçük hali olduğudur* ve öğrenim sonrasında sadece 4 öğrenci tarafından cevaplandırılmıştır (Bkz. Grafik 4.4.1.).



Grafik 4.4.1. “Atom hangi büyüklüktedir? Bilinen bir şeyle kıyaslayınız” Sorusuna Verilen Öğrenci Cevaplarının Öğrenim öncesi ve Öğrenim sonrası Frekans ve Yüzde Dağılımlarının Grafıksel Gösterimi

Öğrenim öncesinde 10, öğrenim sonrasında ise 7 öğrenci atomun mikroskop, elektro mikroskop, ya da teleskop gibi teknolojik cihazlarla görülebilecek büyüklükte olduğunu belirtmiştir. “*Atom mikroskopla görülebilir*” (Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Bektaş, 2003; Nakhleh ve diğer., 2005; Tezcan ve Salmaz, 2005) ve “*Atom elektro mikroskopla görülebilir*” kavram yanlışlarına alan yazında da rastlanırken (Bektaş, 2003), “*Atom teleskopla görülebilir*” kavram yanlışına rastlanmamıştır. Öğrenim öncesinde bu cevabı veren öğrencinin, öğrenim sonrasında ise atomun görülemeyeceği cevabı verdiği ve atomun boyutu ile ilgili sahip olduğu şemayı yenisi ile değiştirerek düzenlediği gözlenmiştir. 7. sınıf ders kitabında atomun günümüzde kullanılan en gelişmiş mikroskoplarla bile görülemediğinin ifade edilmesine rağmen (MEB, 2008a, s. 153) öğrenim öncesinde gözle görülemez cevabını veren BA852 kodlu öğrenci öğrenim sonrasında “*Süper mikroskopla görülebilir*” cevabı vermiştir. CA1348 kodlu öğrenci ise öğrenim öncesinde “*Atomlar çok küçüktür ancak mikroskopun en gelişmiş merceğiyle görülebilir*” cevabını verirken, öğrenim sonrasında gözle veya teknolojik cihazlarla görülemez cevabını vermiştir. BA852 kodlu öğrencinin öğrenim öncesinde, CA1348 kodlu öğrencinin ise öğrenim sonrasında sahip oldukları kavram yanlışlarına benzer şekilde, Harrison ve Treagust (1996) da çalışmalarında *birçok öğrencinin güçlü bir mikroskop kullanılarak atomun görülebileceğine inandıklarını* belirtmişlerdir.

Öğrenim öncesinde 10, öğrenim sonrasında ise 3 öğrenci “*Atom maddenin en küçük yapıtaşdır*” ifadesini kullanmışlardır. 6. sınıf ders kitabında maddenin taneciklerden oluştuğu fikri açıklandıktan sonra “Tarih Boyunca Atom Fikrinde Değişmeler” başlığı altında, maddeleri oluşturan bu taneciklere Democritos’un ‘bölünemez’ anlamına gelen atom (atomos) adını verdiği ve Dalton’un da atom modelinde, atomu ‘küreye benzer bölünemeyen tanecikler’ olarak ifade ettiğinden bahsedilmiştir. Ardından, yapılan çalışmalarla atomun bölünemez olduğu fikrinin yıkıldığı ve atomun daha da küçük parçacıklardan meydana geldiğinin anlaşıldığı belirtilmiştir (MEB, 2008b, s. 92, 93). 7. sınıf ders kitabında geçmiyor olsa da, 7. sınıf öğrenci çalışma kitabındaki performans görevinde, verilen bileşikler oluşturan en küçük yapıların atom olduğu belirtilmiştir (MEB, 2008d, s. 80-81). Ayrıca 7. sınıf öğretmen kitabında ünitenin başında “Öğrenciler neredeler, nereye gelecekler?” başlığı altında, 6. sınıfta öğrencilerin

maddeleri oluşturan en küçük biriminin atom veya molekül olduğunu öğrenmiş oldukları belirtilmektedir (MEB, 2008f, s. 132). Ders kitabı ve öğretim programında bile öğrencileri çelişkiye düşürecek şekilde henüz var olan “*Atomun maddenin en küçük yapıtaşı olduğu*” bilgisi, öğrencilerde ‘atomun parçalanamaz olduğu’ düşüncesine yol açabilecek ve bu sebeple öğrenci atomun yapısını ve bileşenlerini gördüğünde dengesizlik yaşamasına neden olabilecek olan, Bak ve Ayas (2008)’ın da çalışmalarında tespit ettikleri bir kavram yanılığısındır.

CA1239 kodlu öğrenci öğrenim öncesinde “..*bazıları gözle görülmez*” cevabı vermiştir. Öğrencinin bazı atomların gözle görülebileceği, bazılarının ise görülemeyeceği şeklinde kavram yanılığısına sahip olduğu görülmektedir. Ancak öğrenci öğrenim sonrasında atomun boyutu ile ilgili cevap vermediğinden ötürü öğrenim sonunda bu yanılığının devam edip etmediği bilinmemektedir.

Mercimek, boncuk, karınca gibi çok küçük ancak gözle görülebilecek büyüklükteki objelerin dâhil olduğu Boyut-III, öğrenim öncesinde de öğrenim sonrasında da yaklaşık olarak her 5 öğrenciden 1’i tarafından belirtilerek, öğrencilerin atomu en çok kıyasladıkları objeler olmuşlardır.

Öğrenim öncesinde öğrencilerin ikinci olarak tercih ettikleri objeler %15,2’lik yüzdeyle Boyut-II’de değerlendirilen, bilye, misket, bezelye gibi gözle görülebilen küçük objelerdir. Öğrenim sonrasında ise bu boyuttaki objeleri tercih eden öğrenci sayısında azalma gerçekleşmiş ve bu boyutun frekans yüzdesi %5,6 olarak hesaplanmıştır, başka bir ifadeyle öğrenim öncesinde yaklaşık olarak her 20 öğrenciden 3’ü, öğrenim sonrasında ise her 20 öğrenciden 1’i bu boyuttaki objeleri tercih etmiştir.

Mikrop, virüs, hücre gibi gözle görülemeyen, ancak mikroskop yardımıyla görülebilecek kadar küçük objelerin dâhil edildiği Boyut-IV, öğrenim öncesinde her 25 öğrenciden 3’ü tarafından tercih edilmiş ve öğrenim öncesinde öğrencilerin en çok tercih ettikleri üçüncü obje grubu olmuştur. Öğrenim sonrasında ise her 25 öğrenciden 4’ü tarafından tercih edilerek öğrenim sonrasında öğrencilerin atomu en çok kıyasladıkları ikinci obje grubu olmuştur. Öğrencilerin atomu mikroplarla boyut olarak

bir tutması Nakhleh ve Samarapungavan (1999)'ın çalışmalarında da ortaya konulmuştur.

Öğrenim öncesinde atomun boyutu ile ilgili yorum yapmayan ancak atomu *nokta* ve *mikropla* kıyaslayan CA245 kodlu öğrenci, öğrenim sonrasında “*Gözle göremeyeceğimiz kadar küçük ve sadece mikroskop yardımıyla görebileceğimiz canlılardır*” cevabı vermiştir. Öğrencinin atomun boyutunu zihninde tam olarak hayal edemediği ve ayrıca atomun canlı olduğunu düşündüğü görülmektedir. Öğrenci her ne kadar öğrenim sonrasında atomu mikropla kıyaslamamış ya da öğrenim öncesinde atomun mikroskopla görebileceğini belirtmemiş olsa da, öğrencinin ifadelerinden öğrenim öncesi atomun boyutu ile ilgili sahip olduğu zihinsel modelin, öğretim esnasında yanlış olduğunu yeteri kadar fark edememiş olmasından ya da atomun gerçek boyutunu tam olarak hayal edememiş olmasından dolayı, öğrencinin sahip olduğu zihinsel modelini koruduğu düşünülmektedir.

BA577 kodlu öğrenci öğrenim öncesinde atomun boyutu ile ilgili soruya “*Atom bence uçak büyüklüğündedir*” cevabını vermiştir. Öğrencinin atomun canlılığı ile ilgili vermiş olduğu cevap ise “*Hayır bence atom canlı değildir, canlı olsa patlamaz*”dır. Öğrencinin bu iki soruya verdiği cevaplar, öğrencinin atom ile atom bombasını karıştırdığının göstergesidir, aynı kavram yanlışlığına Unal ve Zollman (1999)'ın çalışmalarında da rastlanmıştır. Öğrenci öğrenim sonrasında uygulamaya katılmadığı içinse öğrenim sonucunda bu yanlışlığın hala devam edip etmediği bilinmemektedir.

Buraya kadar olan kısımda, her bir sorunun analiz bulguları yorumlanırken öğrencilerin o soruya özel olarak verdikleri cevaplar belirtilmiştir. Ancak öğrencilerin, analiz edilen tüm bu cevapları verirken çalışma genelinde kullandıkları ifadelerde de kavram yanlışlıkları görülmektedir.

Cokelez ve Dumon (2005) çalışmalarında öğrencilerin atom ve molekül kavramlarını, ayrıca proton-nötron, nötron-elektron, iyon-yüklü parçacık gibi atomu tanımlarken kullanılan kavramları birbirlerine karıştırdıklarını gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da öğrenim öncesinde 3, öğrenim sonrasında 1 öğrencinin *atom ve element*

kavramlarını; öğrenim öncesinde 3, öğrenim sonrasında 1 öğrencinin *atomu oluşturan parçacıklar* ile (proton, nötron ve elektron) *molekül* kavramını; öğrenim öncesinde 3 öğrencinin *elektron ve molekül* kavramlarını; öğrenim öncesinde 2, öğrenim sonrasında 1 öğrencinin *elektron ve element* kavramlarını; öğrenim öncesinde 1 öğrencinin *atom ve bileşik* kavramlarını bir diğer öğrencinin ise yüklü tanecikler ile atom kavramını karıştırdığı gözlenmiştir. Ayrıca öğrenim öncesinde 6, öğrenim sonrasında ise 4 öğrencinin *atom ve molekül* kavramlarını karıştırdığı gözlenirken, öğrenim öncesinde 5 öğrenci *atomların moleküllerden oluştuğunu* belirtmiştir. 7. sınıf ders kitabının ünite sonu değerlendirme sorularında da “moleküller mi atomlardan, atomlar mı moleküllerden oluşmuştur?” sorusunun irdelenmesine rağmen ortaya çıkan bu yanılgıya Bektaş (2003)’in çalışmasında da rastlanmıştır.

Öğrencilerin bilimsel bilgi olarak atom kavramından öte, yaşantılarında duymuş oldukları yiyecek olan atom ve atom bombası, öğrenim öncesinde henüz atomla tam anlamıyla tanışmayan öğrenciler için öğrenme zorluğu yaratacak öğelerdendir. Keza öğrenim öncesinde 3 öğrencinin yiyecek olan atom ile atomu karıştırırken; 4 öğrencinin ise atom bombası ile atomu karıştırdığı görülmektedir. Benzer şekilde “canlının en küçük yapı birimi hücredir” bilgisini 6. sınıfta öğrenen öğrenciler, “canlı cansız her şeyin yapı birimi atomdur” ifadesini duyduklarında, öğrendikleri hücre tanımı öğrencilerin bu ifadeyi özümlemelerinde engel teşkil etmektedir. 1. soruda hücre etkili model çizen öğrenciler haricinde, öğrenim öncesinde 7, öğrenim sonrasında ise 3 öğrencinin ifadelerinde de atom ile hücreyi birbirine karıştırdıkları gözlenmiştir.

Öğrenim öncesi ve öğrenim sonrasında 1’er öğrenci *atomun parçalanamayacağını* belirtmiştir. Öğrenim öncesinde bu cevabı veren öğrenci, 6. sınıf ders kitabında atomun bölünemez olduğu fikrinin yıkıldığı ve daha küçük parçacıklardan oluştuğunun anlaşıldığı belirtilse bile, atom modellerine değinilmediğinden dolayı bu düşünceye sahip olabilir. Ancak öğrenim sonrasında, tüm atom modellerini, atomun yapısını ve atomu oluşturan yapı parçacıklarını görmüş olmalarına karşın öğrencinin bu cevabı vermesi, atom ile ilgili istendik bir zihinsel model oluşturamadığını ve öğrendiği yeni bilgilerin öğrenciyi uyma sürecine ulaştıramadığını göstermektedir.

Albanese ve Vicentini (1997)'nin çalışmalarında örneklemin %80'inin atomu renkli ifade ettiği görülmüştür. Bu çalışmada ise öğrenim öncesinde 3 öğrenci *atomun renkli olduğunu* belirtmiştir. Bu yanılı Ben-Zvi ve diğer. (1988)'nin "*Atom kendisini oluşturan maddenin makroskobik özelliklerine sahiptir*" bulgusuyla da paralellik göstermektedir. Ders kitaplarında her bir madde ya da elementin atom taneciklerinin farklı renkte gösterimi (MEB, 2008a; 2008b), öğrencileri *farklı maddelerin atomlarının rengi de farklıdır* düşüncesine yöneltebilecek niteliktedir.

Griffiths ve Preston (1992) ile Tezcan ve Salmaz (2005)'in çalışmalarındaki "*atom katı bir küreye benzer*" kavram yanılısına paralel bir şekilde, öğrenim sonrasında 5 öğrenci *atomun içinin dolu olduğunu* belirtmiştir. Bu ifadeyi özellikle de öğrenim sonrasında 5 öğrencinin kullanmış olması dikkat çekicidir. İfade, öğrencilerin atomu hala top modeli olarak düşündüklerini ya da zihinlerinde tam olarak atomu canlandıramadıklarını ve dengesizlik yaşadıklarını göstermektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, “atom” kavramının temelini atıldığı ilköğretim 7. sınıf seviyesindeki öğrencilerin öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası atomla ilgili zihinsel modelleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu doğrultuda bu başlık altında çalışmadan elde edilen sonuçlar özetlenecek ardından öneriler sunulacaktır.

5.1 Sonuçlar

Öğrencilerin zihinlerindeki atom modellerini çizmelerinin istendiği soruda, öğrencilerin yarıdan fazlasının öğrenim öncesi atomu berk küreler şeklinde düşündüğü ve öğrenim sonrası ise zihinlerinde yapılan atom modelinin, günümüzde geçerli olan Modern Atom Teorisi yerine, Bohr Atom Modeli olduğu görülmüştür. Yine öğrencilerin çizdikleri atom modellerini açıklarken kullandıkları ifadeler bakıldığında, öğrenim öncesi cevap vermeyen ya da daha çok atomun nitelikleriyle ilgili ifadeler kullanan öğrencilerin, sürecin sonunda atomun yapı birimlerini belirterek daha bilimsel cevaplar verdikleri gözlenmiştir. Bu bulgular *1. hipotezi* doğrular niteliktedir.

Öğrencilerin atomla ilgili zihinsel modellerini yapılandırırken atomu günlük hayatlarından hangi objeye benzettiklerinin araştırıldığı soruda, öğrenim öncesinde de öğrenim sonrasında da çeşitli yuvarlak objelere benzettikleri görülmüştür. Bu yuvarlak şekle sahip objeler arasında, öğrenim öncesinde de öğrenim sonrasında da en çok tercih edilen obje *toptur*, ikinci olarak tercih edilen ise *küçük yuvarlak cisimlerdir*. Öğrencilerin süreç başında da süreç sonunda da benzer cevaplar vermiş olmaları, *2. hipotezi* yanlışlar niteliktedir.

Atomun canlılığı konusunda öğrencilerin düşüncelerinin araştırıldığı soruda, öğrenim öncesi öğrencilerin yaklaşık olarak yarısı, öğrenim sonrası ise yarıdan fazlası atomun *canlı olmadığını* belirtmiştir. Atomun *canlı olduğu* şeklinde bir kavram yanılığına sahip olan öğrenciler ise öğrenim öncesi örneklemin yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ini, öğrenim sonrası ise yaklaşık olarak $\frac{1}{3}$ 'ini oluşturmuşlardır. *Bazıları canlı bazıları cansızdır ve canlılarda*

canlı cansızlarda cansızdır kavram yanlışlarına sahip olan öğrenci sayılarında öğrenim sonrası düşünüş gözlenmiştir. Öğrenim öncesi öğrencilerin büyük bir kısmının atomun canlı olduğunu düşündüğünü varsayan 3. hipotez bu yönüyle yanlışlanmış, öğrenim sonrası ise oranın azaldığı ancak hâlâ canlı olduğunu düşünen öğrenciler olduğu varsayımı ise doğrulanmıştır.

Öğrencilerin atomun boyutu ile ilgili düşüncelerinin araştırıldığı soruda, öğrenim öncesi öğrencilerin küçük bir kısmı *atomun çıplak gözle ve teknolojik cihazlarla görülemeyeceği* bilgisine sahipken, öğrenim sonrası ise yarıya yakını bu cevabı vermiştir. Bu bulgu 4. hipotezi doğrulamaktadır.

Öğrencilerin öğrenim sonrası cevaplarının çeşitliliğinde öğrenim sonrasına göre azalma gözlenmiştir. Öğrenim öncesi genellikle sezgisel inanışlardan oluşan cevaplar yerini öğrenim sonrası daha bilimsel cevaplara bırakmıştır. Öğrenim öncesi sahip oldukları kavram yanlışlarının bir kısmının sürecin sonunda hâlâ devam ettiği görülmüştür. Ders kitabında tespit edilen bazı ifade ve modellerin öğrencileri kavram yanlışlığına itecek nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar 5. hipotezi doğrulamaktadır.

5.2 Öneriler

Çalışma sonuçlarından hareketle aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- Öğrencilere ders kitabında modelin kısaca tanımını vermek yerine, en etkili öğrenmenin sağlanacağı yaparak yaşayarak öğrenme temel alınarak, modelin ne olduğu, statik mi yoksa geliştirilebilir mi olduğu gibi bir takım özelliklerinin, hiç olmazsa basit etkinlikler tasarlanarak, öğrenci seviyelerine uygun şekilde ders kitaplarına konulması yerinde olacaktır.
- 7. sınıf ders kitabında Modern Atom Teorisinin de “Atom Modelinin Serüveni” başlığı altında verilmesi ve bu modelin günümüzde geçerli olan model olduğu ancak öğrencilerin seviyeleri için uygun bir model olmadığı, ileriki yıllarda o modelin de daha detaylı bir şekilde anlatılacağı belirtilmesi yerinde olacaktır.

- Analogik modellerin kavram yanılgılarına neden olabilecek doğası göz önünde bulundurularak, derslerde kullanılmak üzere analogik modellere ek olarak, animasyonlar ve simülasyonlar geliştirilmelidir. Bu animasyon ve simülasyonların çocukların anlayacakları dilden, bilişsel seviyelerine uygun ve güncel olmasına dikkat edilmelidir. Böylece, öğrencilerin soyut olguları zihinlerinde canlandırabilmeleri daha da kolaylaşacaktır.
- Öğretmenler, öğrencilerin ön bilgileri ile alan yazında öğrencilerin atom hakkında sahip oldukları kavram yanılgılarını belirleyerek, öğrenme yaşantılarını bu doğrultuda planlamalı ve ders işlenişi esnasında kullandıkları ifadelerle dikkat etmelidirler.
- Özellikle denetimli-denetimsiz birçok bilgiyi barındırdığı için, internette yaptığı araştırmalarda öğrenciler birçok atom modeliyle karşılaşabilmektedirler. Okulda kendilerine gösterilen haricinde model ve bilgilerle karşılaşan öğrencilerin bilgiyi yapılandırması daha güç olacaktır. Bu noktada Milli Eğitime düşen görev özellikle de internet üzerinde bilgi paylaşımı yapılan siteleri olabildiğince denetim alınmasını sağlamaktır.
- Ders kitabı yazarlarının çalışmanın bulgularını dikkate alarak ders kitaplarını revize etmeleri ve ders kitaplarını öğrencileri kavram yanılgılarına sürüklemeyecek şekilde hazırlamaları yerinde olacaktır.
- Program geliştirme uzmanları öğretim programlarının kazanımlarının ulaşılabilirliğini denetlemeli, ulaşamıyorsa neden olacak etkenleri belirlemelidir.
- Öğrencilerin atomla ilgili zihinsel modellerinin gelişim süreçleri, boylamsal bir çalışma yapılarak aynı örneklem grubu 6., 7. ve 8. sınıflarda iken, hatta çalışma daha da genişletilerek örneklem grubu ortaöğretimde iken dahi incelenebilir. Ya da enlemesine bir çalışma ile 6., 7. ve 8. sınıflardan eşdeğer oldukları varsayılan örneklem seçilip çalışma daha kısa sürede tamamlanabilir. Yine aynı konu,

daha küçük örneklerle çeşitli veri toplama araçları kullanılarak bir durum çalışması ile ya da araştırmacının öğretmen olduğu sınıflarda aksiyon araştırması ile derinlemesine araştırılabilir.

ALTINCI BÖLÜM

6. KAYNAKÇA

- ADBO, Karina, TABER, Keith S., 2009. "Learners' Mental Models of the Particular Nature of the Matter: A Study of 16-year-old Swedish Science Students", **International Journal of Science Education**, 31/6, ss. 757-786.
- ALBANESE, Alessandro, VICENTINI, Matilde, 1997. "Why Do We Believe that an Atom is Colourless? Reflections about the Teaching of the Particle Model", **Science & Education**, 6, ss. 251-261.
- ARSLAN, Mehmet, 2007. "Eğitimde Yapılandırmacı Yaklaşımlar", **Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi**, 40/1, ss. 41-61.
- BAK, Zeynep, AYAS, Alipaşa, 2008. "Kimya Öğrencilerinin Atom Kavramını Anlama Düzeylerinin Kavram Haritası Yöntemiyle Belirlenmesi", **8. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Konferansı (EICT 2008)**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- BEKTAŞ, Oktay, 2003. "Maddenin Tanecikli Yapısı ile İlgili Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Yanlış Kavramaları, Nedenleri ve Giderilmesi", *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Ankara: Gazi Üniversitesi.
- BEN-ZVI, R., EYLON, B., SILBERSTEIN, J., 1988. "Theories, Principles and Laws", **Education in Chemistry**, May, ss. 89-92.
- BOZOĞLU, Melike, 2007. "İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinde Atom Kavramı Hakkında İmaj Oluşturmada Rol Oynama Yönteminin Etkisi", *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Ankara: Gazi Üniversitesi.
- BYBEE, Rodger W., SUND, Robert B., 1994. **Piaget for Educators**, 2. Baskı, Prospect Heights Illinois: Waveland Press.
- CANDAŞ, Deniz, 2002. "Canlılar Dünyası", 27, 11, 2010, http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/canlilar/canli_nedir.htm
- CHITTLEBOROUGH, Gail, TREAGUST, David F., 2007. "The Modelling Ability of Non-major Chemistry Students and Their Understanding of the Sub-microscopic Level", **Chemistry Education Research and Practice**, 8/3, ss. 274-292.

- COKELEZ, Aytekin, DUMON, Alain, 2005. "Atom and Molecule: Upper Secondary School French Students' Representations in Long-term Memory", **Chemistry Education Research and Practice**, 6/3, ss. 119-135.
- ÇEPNİ, Salih, 2007. **Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş**, 3. Baskı, Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- ÇÖKELEZ, Aytekin, 2009. "İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Tanecik Kavramı Hakkındaki Görüşleri: Bilgi Dönüşümü", **Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi**, 36, ss. 64-75.
- DUBAN, Nil, 2010. "Sınıf Öğretmeni Adaylarının Fen ve Teknoloji Okuryazarı Bireylere ve Bu Bireylerin Yetiştirilmesine İlişkin Görüşleri", **Kuramsal Eğitimbilim**, 3/2, ss. 162-174.
- ERDEN, Münire, AKMAN, Yasemin, 2004. **Gelişim ve Öğrenme**, 13. Basım, Ankara: Arkadaş Yayınevi.
- GILBERT, John, K., 2004. "Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education", **International Journal of Science and Mathematics Education**, 2, ss. 115-130.
- GILBERT, John K., BOULTER, Carolyn, RUTHERFORD, Margaret, 1998. "Models in Explanations, Part 1: Horses for Courses?", **International Journal of Science Education**, 20/1, ss. 83-97.
- GOBERT, Janice D., BUCKLEY, Barbara C., 2000. "Introduction to Model-Based Teaching and Learning in Science Education", **International Journal of Science Education**, 22/9, ss. 891-894.
- GRECA, Ileana María, MOREIRA, Marco Antonio, A., 2000. "Mental Models, Conceptual Models, and Modelling", **International Journal of Science Education**, 22/1, ss. 1-11.
- GRIFFITHS, Alan K., PRESTON, Kirk R., 1992. "Grade-12 Students' Misconceptions Relating Fundamental Characteristics of Atom and Molecules", **Journal of Research in Science Education**, 29/6, ss. 611-628.
- GROSSLIGHT, Lorraine, UNGER, Christopher, JAY, Eileen, SMITH, Carol L., 1991. "Understanding Models and Their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts", **Journal of Research in Science Teaching**, 28/9, ss. 799-822.

- GÜNEŞ, Bilal, BAĞCI, Necati, GÜLÇİÇEK, Çağlar, 2004. “Fen Bilimlerinde Kullanılan Modellerle İlgili Öğretmen Görüşlerinin Tespit Edilmesi”, **Abant İzzet Baysal eğitim Fakültesi Dergisi**, 4/7, ss. 1-14.
- GÜNEŞ, Bilal, GÜLÇİÇEK, Çağlar, BAĞCI, Necati, 2004. “Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi”, **Türk Fen Eğitimi Dergisi**, 1/1, ss. 35-48.
- HARRISON, Allan G., 2001. “How Do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students?”, **Research in Science Education**, 31, ss. 401-435.
- HARRISON, Allan G., TREAGUST, David F., 2000a. “Learning About Atoms, Molecules, and Chemical Bonds: A Case Study of Multiple-Model Use in Grade 11 Chemistry”, **Science Education**, 84, ss. 352-381.
- HARRISON, Allan G., TREAGUST, David F., 2000b. “A Typology of School Science Models”, **International Journal of Science Education**, 22/9, ss. 1011-1026.
- HARRISON, Allan G., TREAGUST, David F., 1998. “Modelling in Science Lessons: Are There Better Ways to Learn With Models?”, **School Science and Mathematics**, 98/8, ss. 420-429.
- HARRISON, Allan G., TREAGUST, David F., 1996. “Secondary Students’ Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry”, **Science Education**, 80/5, ss. 509-534.
- KAVAK, Nusret, TUFAN, Yüksel, DEMİRELLİ, Havva, 2006. “Fen-Teknoloji Okuryazarlığı ve İnfomal Fen Eğitimi: Gazetelerin Potansiyel Rolü”, **Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 26/3, ss. 17-28.
- KOÇ, Gürcü, DEMİREL, Melek, 2004. “Davranışçılıktan Yapılandırmacılığa: Eğitimde Yeni Bir Paradigma”, **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 27, ss. 174-180.
- LIU, Xiufeng, LESNIAK, Kathleen M., 2005. “Students’ Progression of Understanding the Matter Concept from Elementary to High School”, **Science Education**, 89, ss. 433-450.
- MATTHEWS, Michael R., 2007. “Models in Science Education: An Introduction”, **Science & Education**, 16, ss. 647-652.

- MCCLOSKEY, Michael, 1983. "Intuitive Physics", **Scientific American**, 248, ss. 122–130.
- MEB, 2008a. **İlköğretim Fen ve Teknoloji 7 Ders Kitabı**, 2. Baskı, Ankara: İmpress Baskı.
- MEB, 2008b. **İlköğretim Fen ve Teknoloji 6 Ders Kitabı**, 4. Baskı, Ankara: Ada Matbaacılık.
- MEB, 2008c. **İlköğretim Fen ve Teknoloji 4 Ders Kitabı**, 4. Baskı, Ankara: İmpress Baskı.
- MEB, 2008d. **İlköğretim Fen ve Teknoloji 7 Öğrenci Çalışma Kitabı**, 2. Baskı, Ankara: İmpress Baskı.
- MEB, 2008e. **İlköğretim Fen ve Teknoloji 6 Öğrenci Çalışma Kitabı**, 4. Baskı, Ankara: Ada Matbaacılık.
- MEB, 2008f. **İlköğretim Fen ve Teknoloji 7 Öğretmen Kılavuz Kitabı**, 2. Baskı, Ankara: İmpress Baskı.
- MEB, 2006. **İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı**, Ankara: Devlet Kitapları.
- MEB, 2005. **İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu (4-5. sınıflar)**, Ankara: Devlet Kitapları.
- NAKHLEH, Mary B., 1992. "Why Some Students Don't Learn Chemistry?", **Journal of Chemical Education**, 69/3, ss. 191-196.
- NAKHLEH, Mary B., SAMARAPUNGAVAN, Ala, 1999. "Elementary School Children's Beliefs About Matter", **Journal of Research in Science Teaching**, 36/7, ss. 777-805.
- NAKHLEH, Mary B., SAMARAPUNGAVAN, Ala, SAĞLAM, Yılmaz, 2005. "Middle School Students' Beliefs About Matter", **Journal of Research in Science Education**, 42/5, ss. 581-612.
- NAKİBOĞLU, Canan, KARAKOÇ, Özlem, BENLİKAYA, Ruhan, 2002. "Öğretmen Adaylarının Atomun Yapısı ile İlgili Zihinsel Modelleri", **Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 2/4, ss. 88-98.
- NAKİBOĞLU, Canan, POYRAZ, H. Esra, 2006. "Üniversite Kimya Öğrencilerinin Atom ve Kimyasal Bağlar Konularını Açıklamada 'İnsana Özgü Dil' ve

- ‘Canlılığı’ Kullanmalarının İncelenmesi”, **Kastamonu Eğitim Dergisi**, 14/1, ss. 83-90.
- PARK, Eun Jung, LIGHT, Gregory, 2009. “Identifying Atomic Structure as a Threshold Concept: Student Mental Models and Troublesomeness”, **International Journal of Science Education**, 31/2, ss. 233-258.
- PARK, Eun Jung, LIGHT, Greg, SWARAT, Su, DENISE, Denise, 2009. “Understanding Learning Progression in Student Conceptualization of Atomic Structure by Variation Theory for Learning”, **Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference**, Iowa City: IA.
- ÖRNEK, Funda, 2008. “Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science”, **International Journal of Environmental & Science Education**, 3/2, ss. 35-45.
- ÖZDEN, Mustafa, 2009. “Primary Student Teachers’ Ideas of Atoms and Molecules: Using Drawings as a Research Method”, **Education**, 129/4, ss. 635-642.
- SENEMOĞLU, Nuray, 2009. **Gelişim, Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulamaya**, 14. Baskı, Ankara: Pegem Akademi.
- TABER, Keith S., 2000. “Molar and Molecular Conceptions of Research into Learning Chemistry: Towards a Synthesis”, 03, 12, 2010, http://www.rsc.org/images/2000-ktaber_tcm18-49179.pdf
- TEZCAN, Habibe, SALMAZ, Çiğdem, 2005. “Atomun Yapısının Kavratılmasında ve Yanlış Kavramaların Giderilmesinde Bütünleştirici ve Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Etkileri”, **GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 25/1, ss. 41-54.
- TÓTH, Zoltán, LUDÁNYI, Lajos, 2007. “Combination of Phenomenography with Knowledge Space Theory to Study Students’ Thinking Patterns in Describing an Atom”, **Chemistry Education Reserch and Practice**, 8/3, ss. 327-336.
- TREAGUST, David F., CHITTLEBOROUGH, Gail, MAMIALA, Thapelo L., 2002. “Students’ Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science”, **International Journal of Science Education**, 24/4, ss. 357-368.
- TSAI, Chin-Chung, 1998. “An Analysis of Taiwanese Eight Graders’ Science Achivement, Scientific Epistemological Beliefs and Cognitive Structure Outcomes After Learning Basic Atomic Theory”, **International Journal of Science Education**, 20/4, ss. 413-425.

- UNAL, Ridvan, ZOLLMAN, Dean, 1999. "Students' Description of an Atom: A Phenomenographic Analysis", 18, 05, 2009,
<http://perg.phys.ksu.edu/papers/vqm/AtomModels.pdf>
- VAN DRIEL, Jan H., VERLOOP, Nico, 1999. "Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science", **International Journal of Science Education**, 21/11, ss. 1141-1153.
- VOSNIADOU, Stella, 1994. "Capturing and Modelling the Process of Conceptual Change", **Learning Instruction**, 4, ss. 45-69.
- YILDIRIM, Ali, ŞİMŞEK, Hasan, 2006. **Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri**, 6. Baskı, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- YILDIZ, Hanife Taylan, 2006. "İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Atomun Yapısı ile İlgili Zihinsel Modelleri", *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi.

YEDİNCİ BÖLÜM

7. EK- 1: Veri Toplama Aracı

İLKÖĞRETİM 7. SINIF ANKET SORULARI

Okulunuz: _____

Okul Numaranız: _____

Cinsiyetiniz: _____

Sınıfınız: _____

Yaşınız: _____

Aşağıdaki sorular, sizin Fen ve Teknoloji dersinde yer alan “Atom” kavramı ile ilgili düşüncelerinizi öğrenmek için hazırlanmıştır. Vereceğiniz cevaplar hiçbir şekilde notlarınıza etki etmeyecektir. Her bir soruyu dikkatlice okuyup cevaplandırınız.

1. Zihninizdeki atomun yapısını çizerek açıklayınız.
2. Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olsanız neye benzetirsiniz?
3. Atomu günlük hayatınızdan benzettiğiniz şeyin sizce atomla benzerlik ve farklılıkları nelerdir?
4. Atomların canlılığı hakkında neler düşünüyorsunuz?
5. Atomlar hangi büyüklüktedir? Bilinen bir şeyle kıyaslayınız.

Teşekkürler,
Sibel YALÇIN

8. EK-2: Çalışmada Örneklenen Öğrenci Cevapları

Atomu günlük hayatınızdan bir şeye benzetecek olsanız neye benzetirsiniz? Atomu günlük hayatınızdan benzettiğiniz şeyin sizce atomla benzerlik ve farklılıkları nelerdir?

AB239 (öğrenim öncesi):

Atomu günlük hayattaki cisimlere benzetirsek top olabilir. Çünkü her ikisinde yuvarlaklır. Ayrıca her ikisinde de farklı atomlarıdır, oluşmuştur,

AD1259 (öğrenim öncesi):

* Top ve Dünya

Top yuvarlak. Ama Dünya hem yuvarlak hemde içinde bir süpürge kasa parçacıkları var.
* Nite ki parçacıkları {Nötron, proton, elektrona benzer}

BB575 (öğrenim öncesi):

Ben atomu şekere benzetiyorum çünkü atomlarda yuvarlak bazen atomlar ağala biliyor. Yani bazen birbirine yapışa biliyor şekerlerde aynı şekilde yapışır.

BB163 (öğrenim öncesi):

Kablosuz internete benziyor... Çünkü, kablosuz internet yayılarak ulaşım sağlıyor.



BENZERLİK
• Yörüngeler sayesinde
aktörler seçiliyor.

FARKLILIK
• Atom çöner kalırsın
internet dömez.

BB214 (öğrenim öncesi):

- ▶ Etrafında gezegenlerin döndüğü bir güneş benziyor ya da kürenin etrafından akan parlak bir yapıya...
- ▶ Benzetişim sadece kimyasal olarak hiç bir alakası yok sadece şekil olarak benziyor. Parlayan bir küreyle ise etrafındaki e-lerle ve içerisindeki p⁺larla benzetiyordum...

BA280 (öğrenim sonrası):

miskete benzetiyorum
ikişide yuvarlak
ama misket gözle görünür atom hücre olduğu için görünmez.

BA8 (öğrenim sonrası):

Evet, Yumurtamadeni para.
Atom gibi çekirdek, yörüngesi ve katmanı olması. Mesela yumurta en dışı yörünge ortası katman sarısı çekirdektir.

BB824 (öğrenim sonrası):

Güvenlik kalkanı olan bir uzay üssü
üzümlü kek
Üssün kendisi => çekirdek
Bina sayısı => proton ve nötron
Güvenlik kalkanı => katman

BB336 (öğrenim sonrası):

Üzümli kek

üzüm \Rightarrow elektron

kek \Rightarrow alkirdok

CC96 (öğrenim sonrası):

Benzetiyorum, Üzümli kek.

İkisi de yuvartık, Üzümli kek'in üzerindeki üzümle; atomun çekirdeğinde bulunan protonlar benzer.

CC445 (öğrenim sonrası):

Top'a ve üzümli kek'e

Üzümli kek'in üzümleli pozitif kek elektron

CC794 (öğrenim sonrası):

Benzetiyorum.
üzümli kek'e

Üzümli kek'te belirsiz yerlerde üzümleli var. benzer olanı ise tanecikler proton nötron ve elektronu animasyo

Atomların canlılığı hakkında neler düşünüyorsunuz?

BA268 (öğrenim öncesi):

Değildir ama olabilir de. Ne de olsa hücreyi, insanı oluşturuyor ve bunlar canlı. Krossizim

BA268 (öğrenim sonrası):

Beate canlıdır. Çünkü hücreyi oluşturur, hücre canlıdır.

CA1348 (öğrenim öncesi):

Canlıdır. Çünkü hareket ederler ve birçok canlıları onlar oluştururlar.

CA1348 (öğrenim sonrası):

Canlıdır. Çünkü içindeki elektronlar hareket ediyor ve bir çok canlıyı atomlar oluşturuyorlar.

BA55 (öğrenim öncesi):

Değildir. Ama Bir araya geldikleri zaman obbitler.

CC647 (öğrenim öncesi):

Değildir. Çünkü atom bir maddenin (consiz bir maddenin) en küçük yapı taşıdır.

BB614 (öğrenim sonrası):

Atom consizdir. Canlı olsaydı bizle beraber yaşamda canlı olurdu.

AB1227 (öğrenim sonrası):

Çünkü canlı consiz olsaydı yaşamazdı.

BB102 (öğrenim sonrası):

Consizdir. Çünkü hücrelerde bir yöre vardır. Fakat atomda hiçbir yöre yoktur. Bu yüzden hareket etmez.

CA246 (öğrenim sonrası):

Evet canlıdır. Atomlar bizim gibi yaşarlar.

CA1083 (öğrenim sonrası):

Bence canlıdır, çünkü atomun içinde bulunan elektron hareketlidir. Canlılar oksijen veriş yapar atom da oksijen veriş yapar.

BA577 (öğrenim öncesi):

Hayır bence Atom canlı değildir. Canlı olsa patlar.

Atomlar hangi büyüklüktedir? Bilinen bir şeyle kıyaslayınız.

BA852 (öğrenim öncesi):

Atom tozdan bile küçük. Çıplak gözle görülmez.

BA852 (öğrenim sonrası):

Bir tozdan daha küçüktür. Süper mikroskopla görülebilirler.

CA1348 (öğrenim öncesi):

Atomlar çok küçüktür ancak mikroskopun en gelişmiş merceğiyle görülebilir.

CA1348 (öğrenim sonrası):

Görünmeyecek kadar küçüktür.

CA1239 (öğrenim öncesi):

Bir tuza tanesine bakabiliriz. Ama onda daha da
küçüktür. Bazıları gözle görülemez.

CA245 (öğrenim öncesi):

1004'den daha küçüktür.
İşlevi aynı olmasada mikropsibidir.

CA245 (öğrenim sonrası):

Gözle göremeyeceğimiz kadar küçük ve
sadece mikroskop yardımıyla görebileceğimiz
canlılardır.

BA577 (öğrenim öncesi):

Atom bence
Uçak büyüklüğündedir.