

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM
DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

FEN ALANLARINDA ÖĞRENİM GÖREN ÜNİVERSİTE
ÖĞRENCİLERİNİN ZİHİNLERİNDEKİ ATOM MODELLERİNİN
İNCELENMESİ

DİLEK AKYOL

İzmir

2009

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM
DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

FEN ALANLARINDA ÖĞRENİM GÖREN ÜNİVERSİTE
ÖĞRENCİLERİNİN ZİHİNLERİNDEKİ ATOM MODELLERİNİN
İNCELENMESİ

Dilek AKYOL

Danışman:

Prof. Dr. Hüsamettin AKÇAY

Yardımcı Danışman:

Yar. Doç. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER

İzmir

2009

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum "Fen Alanlarında Öğrenim Gören Üniversite Öğrencilerinin Zihinlerindeki Atom Modellerinin İncelenmesi" adlı çalışmanın; tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynaklarda gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

.../.../2009

Dilek AKYOL

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

İşbu çalışma, jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Mot. Alanlar
Eğitimi Anabilim Dalı
Kimya Eğitimi Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. Hismettin AKÇAY
Üye Yrd. Doç. Dr. Ayşe Eğür Ünver
Üye Yrd. Doç. Dr. Senol Alpat

Onay

Yukarıda imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

14.09.2009



Prof. Dr. h. c. İbrahim ATALAY
Enstitü Müdürü

T.C YÜKSEKÖĞRETİM KURULU TEZ MERKEZİ
TEZ VERİ GİRİŞ FORMU

Referans No **352749**
 Yazar Adı / Soyadı Dilek AKYOL
 Uyuşu / T.C.Kimlik No T.C. 66271309464
 Telefon / Cep Telefonu / e-Posta 02268147133 05358593366 dilekakyol1001@hotmail.com
 Tezin Dili Türkçe
 Tezin Özgün Adı Fen Alanlarında Öğrenim Gören Üniversite Öğrencilerinin Zihinlerindeki Atom Modellerinin İncelenmesi
 Tezin Tercümesi Investigation of the Science Education Undergraduate Students' Mental Models of Atoms
 Konu Başlıkları Eğitim ve Öğretim
 Üniversite Dokuz Eylül Üniversitesi
 Enstitü / Hastane Eğitim Bilimleri Enstitüsü
 Anabilim Dalı Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı
 Bilim Dalı / Bölüm Kimya Eğitimi Bilim Dalı Kimya Bölümü
 Tez Türü Yüksek Lisans
 Yılı 2009
 Sayfa 154
 Tez Danışmanları Prof. Dr. Hüsamettin AKÇAY Yrd. Doç. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER
 Dizin Terimleri Modelleme=ModellingAtomlar=AtomsÜniversite öğrencileri=Students-university
 Önerilen Dizin Terimleri
 Kısıtlama / Kısıt Süresi Yok

Yukarıda başlığı yazılı olan tezinin, ilgilenenlerin incelemesine sunulmak üzere Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi tarafından arşivlenmesi, kağıt, mikroform veya elektronik formatta, internet dahil olmak üzere her türlü ortamda tamamen veya kısmen çoğaltılması, ödünç verilmesi, dağıtım ve yayımı için, tezimize ilgili fikri mülkiyet haklarımız saklı kalmak üzere hiçbir ücret (royalty) ve erteleme talep etmeksizin izin verdiğimi beyan ederim.

.../.../2009

İmza:.....

İÇİNDEKİLER**SAYFA NO:**

İÇ KAPAK.....	i
YEMİN METNİ.....	ii
TUTANAK.....	iii
TEZ VERİ FORMU.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
GRAFİKLER.....	ix
TABLolar.....	xi
ŞEKİLLER.....	xiii
KISALTMALAR.....	xiv
TEŞEKKÜR.....	xv
ÖZET.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

I. BÖLÜM

GİRİŞ.....	1
1.1 MODEL VE MODELLEME.....	1
1.2 TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİNDE ATOM KAVRAMI.....	5
1.2.1 Eski Çin’de Bilim Felsefesi ve Atom Kavramı	6
1.2.2 Eski Hint’de Bilim Felsefesi ve Atom Kavramı.....	7
1.2.3 Eski Yunan’da Bilim Felsefesi ve Atom Kavramı.....	9
1.2.4 İslam’da Bilim Felsefesi ve Atom Kavramı	10
1.3 MODERN BİLİMİN DOĞUŞU VE ATOM MODELLERİ.....	13
1.3.1 Dalton Atom Modeli.....	15
1.3.2 Thomson Atom Modeli.....	17
1.3.3 Rutherford Atom Modeli.....	18
1.3.4 Bohr Atom Modeli.....	20
1.3.5 Modern Atom Modeli.....	22
1.3.5.1 Modern Atom Kuramının Temeli.....	23

1.3.5.2 Kuantum Teosisinin Felsefesi.....	26
Problem Durumu.....	29
Amaç ve Önem.....	31
Araştırmanın Problemi.....	33
Alt Problemler.....	33
Sayıtlılar.....	34
Sınırlılıklar.....	34
Tanımlar.....	34

II. BÖLÜM

İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR.....	35
2.1 MADDENİN TANECİKLİ YAPISINDAN KAYNAKLANAN YANILGILAR ÜZERİNE İNCELENEN ÇALIŞMALAR.....	36
2.2 ATOM KAVRAMI ÜZERİNE İNCELENEN ÇALIŞMALAR.....	38
2.3 ATOM MODELLERİ VE MODELLEMELER ÜZERİNE İNCELENEN ÇALIŞMALAR.....	47

III. BÖLÜM

3.1 ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	51
3.2 ARAŞTIRMANIN EVRENİ VE ÖRNEKLEMİ.....	53
3.3 VERİ TOPLAMA ARAÇLARI.....	53
3.3.1 Anket.....	54
3.3.2 Görüşme.....	57
3.4 VERİLERİN ANALİZİ.....	58
3.4.1 Kodlama.....	59
3.4.2 Nicel Analiz.....	61

IV. BÖLÜM

BULGULAR VE YORUM.....	63
4.1. ÖĞRENCİLERİN ÖĞRENİM GÖRDÜĞÜ DALLAR İLE VERDİKLERİ CEVAPLAR ARASINDAKİ İLİŞKİLER... ..	63
4.1.1. Öğrencilerin Öğrenim Dalları ile Yaptıkları Çizimler Arasındaki İlişki.....	63
4.1.2. Öğrencilerin Öğrenim Dalları ile Betimlemeleri Arasındaki İlişki.....	69
4.1.3 Öğrencilerin Öğrenim Dalları ile Hidrojen Atomu ile İlgili Düşünceleri Arasındaki İlişki.....	72
4.1.4 Öğrencilerin Öğrenim Dalları ile Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşünceleri Arasındaki İlişki.....	75
4.2 ÖĞRENCİLERİN EĞİTİM GÖRDÜĞÜ SINIFLAR İLE VERDİKLERİ CEVAPLAR ARASINDAKİ İLİŞKİLER.....	80
4.2.1 Öğrencilerin Eğitim Gördüğü Sınıflar ile Yaptıkları Çizimler Arasındaki İlişki.....	80
4.2.2 Öğrencilerin Eğitim Gördüğü Sınıflar ile Betimlemeleri Arasındaki İlişki.....	85
4.2.3 Öğrencilerin Eğitim Gördüğü Sınıflar ile Hidrojen Atomu ile İlgili Düşünceleri Arasındaki İlişki.....	89
4.2.4 Öğrencilerin Eğitim Gördüğü Sınıflar ile Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşünceleri Arasındaki İlişki.....	94
4.3 ÇİZİM- BETİMLEME ARASINDAKİ UYUM.....	99

V. BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	103
5.1 SONUÇ VE TARTIŞMA.....	103
5.2 ÖNERİLER.....	117
KAYNAKÇA.....	120

EKLER

Ek 1 Atom Anketi

Ek 2 Görüşme Formu

Ek 3 CD (Tez - Öğrencilerle yapılan görüşmeler)

GRAFİKLER**SAYFA NO:**

Grafik 1: Çalışmaya Katılan Öğrenciler	53
Grafik 2: Öğrencilerin Yaptıkları Çizimlerin Öğrenim Gördüğü Dallara Göre Gruplanması	64
Grafik 3: Öğrencilerin Yaptıkları Betimlemelerinin Öğrenim Gördüğü Dallara Göre Gruplanması	70
Grafik 4: Öğrencilerin H Atomuna Dair Düşüncelerini Öğrenim Gördüğü Dallara Göre Gruplanması	72
Grafik 5: Öğrencilerin Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşüncelerinin Öğrenim Gördüğü Dallara Göre Gruplanması	76
Grafik 6: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Çizimlerin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	81
Grafik 7: Kimya Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Çizimlerin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	82
Grafik 8: Fizik Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Çizimlerin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	88
Grafik 9: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Betimlemelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	86
Grafik 10: Kimya Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Betimlemelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	86
Grafik 11: Fizik Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Betimlemelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	87
Grafik 12: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının H Atomuna Dair Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	90
Grafik 13: Kimya Öğretmen Adaylarının H Atomuna Dair Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	91
Grafik 14: Fizik Öğretmen Adaylarının H Atomuna Dair Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	91
Grafik 15: Fen Bilgisi Öğretmen Adayları Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	94

Grafik 16: Kimya Öğretmen Adaylarının Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	95
Grafik 17: Fizik Öğretmen Adaylarının Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması	95
Grafik 18: Öğrencilerin Öğrenim Dallarına Göre Çizimleri ile Betimlemeleri Arasındaki İlişkiler	100
Grafik 19: Öğrencilerin Eğitim Seviyelerine Göre Çizimleri ile Betimlemeleri Arasındaki İlişkiler	100

TABLolar**SAYFA NO:**

Tablo 1: Araştırmanın Ölçütleri, Analiz Yöntemi ve Uygulama Evrenini Oluşturan Öğrenciler	51
Tablo 2: Öğrencilerin Öğrenim Dallarına Göre Yaptıkları Çizimler - χ^2 Testi Sonuçları	67
Tablo 3: Öğrencilerin Öğrenim Dallarına Göre Yaptıkları Betimlemeler - χ^2 Testi Sonuçları	71
Tablo 4: Öğrencilerin Öğrenim Dallarına Göre H Atomunun Büyüklüğüne Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları	74
Tablo 5: Öğrencilerin Öğrenim Dallarına Göre Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları	78
Tablo 6: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları Çizimler - χ^2 Testi Sonuçları	84
Tablo 7: Kimya Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları Çizimler - χ^2 Testi Sonuçları	84
Tablo 8: Fizik Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları Çizimler - χ^2 Testi Sonuçları	85
Tablo 9: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları Betimlemeler - χ^2 Testi Sonuçları	88
Tablo 10: Kimya Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları Betimlemeler - χ^2 Testi Sonuçları	88
Tablo 11: Fizik Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları Betimlemeler - χ^2 Testi Sonuçları	89
Tablo 12: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre H Atomunun Büyüklüğüne Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları	92
Tablo 13: Kimya Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre H Atomunun Büyüklüğüne Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları	93
Tablo 14: Fizik Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre H Atomunun Büyüklüğüne Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları	93
Tablo 15: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları	96

Tablo 16: Kimya Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları	97
Tablo 17: Fizik Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları	97
Tablo 18: Atomlar İçin Belirlenmiş Kavram Yanılgıları	105
Tablo 19: Bilimsel Model Ve Anlama Düzeyine Göre Atom Yapısının Zihinsel Modellerinin Analizi	109

ŞEKİLLER**SAYFA NO:**

Şekil 1: Tarihsel Gelişim Sürecinde Atom Modelleri	23
Şekil 2: Atom Modelleri	60
Şekil 3: Öğrencilerin Kodlamaya Uyan Çizimlerinden Örnekler	65
Şekil 4: Diğer Çizimler Kategorisinde Değerlendirilen Öğrenci Çizimlerinden Örnekler	66
Şekil 5: Öğrencilerin Görüşmelerde Yaptığı Çizimlerden Örnekler	68
Şekil 6: 2-8-8 Kuralının Dikkate Alındığı Bir Çizim	112

KISALTMALAR

FBÖ1: Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. Sınıf

FBÖ4: Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. Sınıf

KÖ1: Kimya Öğretmenliği 1. Sınıf

KÖ4: Kimya Öğretmenliği 4. Sınıf

FÖ1: Fizik Öğretmenliği 1. Sınıf

FÖ4: Fizik Öğretmenliği 4. Sınıf

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, bana bilgisi ve tecrübesiyle yardımcı olan, gerekli araç ve gereci sağlayan, her konuda rehberlik eden ve yardımlarını esirgemeyen, danışmanım Sayın Prof. Dr. Hüsamettin AKÇAY' a teşekkürlerimi sunuyorum.

Araştırmamın her aşamasında beni destekleyen, cesaret veren, görüş ve düşünceleriyle çalışmama büyük katkı sağlayan diğer danışmanım Muğla Üniversitesi öğretim üyelerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayşe OĞUZ' a teşekkürlerimi sunuyorum.

Veri toplama sürecinde anketlerin uygulama aşamasında gösterdikleri hoşgörüyle destek veren OFMAE Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalı araştırma görevlilerine, öğrencilerle yapılan görüşmelerin video çekimi sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Nalan AKKUZU' ya ve çalışmama katılan Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilgisi öğretmenliği, Fizik öğretmenliği ve Kimya öğretmenliği öğrencilerine teşekkür ediyorum.

Verilerin analizi aşamasında, öğrencilere uygulanan anketlerin incelenmesi sırasında yardımını esirgemeyen ve İzmir seyahatlerimde beni yalnız bırakmayan kuzenim Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Yüksek Lisans öğrencisi Bihter ARABACIGİL'e; nicel analiz işleminde, SPSS programının uygulamasında, yöntem seçimi sırasında bilgisini ve yardımını esirgemeyen kuzenim Osmangazi Üniversitesi İstatistik Bölümü öğrencisi Serhat GÜL'e teşekkür ediyorum.

Her zaman her konuda bana yardımcı olan, hayatımın her aşamasında maddi manevi destek veren, güvenen ve beni bugünlere getiren aileme teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Fen Alanlarında Öğrenim Gören Üniversite Öğrencilerinin Zihinlerindeki Atom Modellerinin İncelenmesi

DİLEK AKYOL

Maddenin tanecikli doğası ve atomun yapısı Fen bilimleri eğitiminde önemli bir konudur. Kavramlara bağlı olarak bilimsel olayların gözlemlenmesi ve açıklanması zor bir konu olup bilim tarihinde ayrıcalıklı bir yer tutar. Soyut ve zor yapısından dolayı atomun küçük dünyasının keşfedilmesi, öğrencilere atom ve atoma ilişkin kavramların öğretilmesi birçok araştırmannın konusu olmuştur.

Bu çalışma, temel bilimsel kavram olarak atomun öğretilmesinde ve öğrenilmesindeki güçlüklerin belirlenmesi ve kolaylaştırması için bazı ipuçları elde etmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultudan hareketle öğrencilerin atomun şekli, betimlemesi, büyüklüğü ve somutluğu-soyutluğu ile ilgili ne tür bilgilere sahip oldukları incelenmiştir. Ortaöğretim 10. sınıf müfredatında yer alan *Atomun Yapısı* ünitesiyle ilgili dört soruluk bir anket hazırlanarak İzmir İli Dokuz Eylül Üniversitesi'nde Fen alanlarında öğrenim gören 295 öğretmen adayına uygulanmıştır. Anketin uygulanmasının ardından tüm gruplardan gönüllülük esas olmak üzere 30 öğrenci seçilerek birebir görüşmeler yapılmıştır.

Bulgular, öğrencilerin tarihsel gelişim süreci içerisinde bütün atom modellerini gerek lisede gerekse üniversitede öğrendiklerini, buna karşın zihinlerindeki modelin Rutherford atom modeline benzediğini göstermektedir. Öte yandan öğrencilerin atomun büyüklüğüne ilişkin fikirlerinde sayısal değerlerden çok bildikleri bir büyüklük ile kıyaslamayı tercih ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Veriler öğrencilerin atomun somut bir varlık olduğunu düşündüklerine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Atom Modelleri, Atomun Tarihsel Gelişimi, Zihinsel Modeller, Fen Eğitimi.

ABSTRACT

Investigation of the Science Education Undergraduate Students' Mental Models of Atoms

DİLEK AKYOL

Particulate nature of matter and atomic structure is an important topic in science education. Observation and explanation of scientific subjects depending on the concepts is difficult and take a distinguished place in the history of science. Depending on its complexity and intangible structure of the atom, this subject occupies an important place and difficult job in science education. In this sense, atoms and the related concepts carried out in many studies of science literature.

This work is intended to basic scientific concepts taught in the atom and identification of learning difficulties and pick up some tips to help. Firstly student ideas about the shape, description, size of the atom were carried out. Then what kind of concrete information about its intangibility outlined. For this purpose, a questionnaire of 4 items related to the curriculum of 10th class about *Atomic Structure* was prepared. This poll was applied on 295 teacher candidates of science education from Dokuz Eylül University. In addition, these survey 30 students interviewed about their mental models of atom.

The results show that undergraduate science students have a sufficient formation about atoms since secondary school curriculum. However their mental model was closely similar to Rutherford's atom. On the other hand students ideas were focused more to compare atomic size with a known dimension than to state numerical values. Finally, the data point out that students' imagination for atom is a concrete thing.

Key Words: Atomic Models, Historical Evolution of Atom, Mental Models, Science Education.

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1 MODEL VE MODELLEME:

Modelleme ve model kullanarak soyut fen kavramlarının öğretilmesi günden güne artan biçimde müfredat programlarında yer almaktadır (De Vos, 1985). Modelleme; mevcut kaynakları gözeterik bilinmeyen bir hedefi açık ve anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanmaktadır (Harrison,2001). Bu bağlamda modelleme sonucunda ortaya çıkan ürünler ise model olarak nitelendirilmektedir (Treagust, Chittleborough ve Mamila, 2002). Bir model gerçek cisimlerin, aynı veya başka maddeden yapılan örnekleri ile doğal ortamından sınıfa getirilerek uygulanan öğretim yöntem ve süreçleridir. Modeller, asıl cisimden daha büyük ya da daha küçük olabileceği gibi, yerini tuttuğu gerçek nesne ile tamamen aynı büyüklükte ve yapıda olabilir (Çilenti, 1985).

Model ve modellemenin terimsel anlamları aslında, bilimsel süreç becerileri kapsamında, bilim adamlarının yeni ürünler (*kanun, teori, prensip, eşitlik, formül v.b.*) ortaya çıkarmak için izledikleri aşamaları ve bu aşamaların sonuçlarını kısaca özetlemektedir. Adams ve Le Verier' in yerçekimi kavramına dayalı bir model kullanarak, Uranüs gezegeninin varlığını tahmin etmeleri ve bu tahminin yapılmasından kısa bir süre sonra da Uranüs'ün varlığının kesinleşmesi yada ilk kez Thomson'un ortaya attığı atom modelinin yerini, elde edilen yeni bilgiler ışığında, önce Rutherford sonra Bohr atom modeline bırakması gibi örnekler, model kullanımı ve modellemenin yeni bilimsel ürünlerin ortaya çıkarılmasındaki rolü ve kapsamı hakkında fikir edinilmesine yardım etmektedir (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004). Modeller gerçek nesnenin tanınabilir taklitleridir. Gerçek nesne gibi çalışır durumda olabilir veya olmayabilir. Fakat gerçeğiyle büyüklük hariç her şeyde benzerdir. Modellerin içi görünenleri veya bütün ayrıntılardan arındırılmış çok basitleştirilmiş olanları da bulunmaktadır (Okan, 1993; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2003).

Fen eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencilerde doğa olayları ile ilgili kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin oluşturulmasını sağlamaktır. Bu süreçte yer

alan kavramlar, yapılarına ve varoluş şekillerine göre farklılık gösterir. Bazı kavramlarla ilgili günlük yaşamda deneyim sahibi olma olanağı her zaman mümkünken, bazı kavramlar açık şekilde görülmez, konuyla ilgili bilgi sahibi olmadan kavranamaz. Örneğin yerin çekim kuvvetini; günlük yaşamda attığımız topun yere düşmesiyle, ayaklarımız üzerinde zıpladığımızda havada kısa bir an için kalıp tekrar yere dönmemiz vb. olaylarla deneyimleriz. Fakat maddenin tanecikli yapısı ya da canlı organizmada gen kavramını günlük yaşamda yukarıda belirtilen örnek kadar açık bir şekilde test etme ve görme fırsatımız yoktur. Bu tür kavramları, bilinen bir olay, günlük yaşamla bağ kurarak kavramın rahat anlaşılmasını sağlayan araçlar yardımıyla öğretme ve öğrenme çabası içine gireriz. Genellikle soyut, doğrudan gözlenemeyen bazen de somut bir şekilde gözlendiği halde ölçeklendirilmeye gereksinim duyulan durumlarda kullanılan bu araçlar da modellere örnek olarak gösterilebilir (Ünal ve Ergin, 2006).

Her ne kadar bu tanımlar birbirinden farklı olsalar da fen ve matematik öğreniminde kullanılan modellerin ifade ettikleri olgulardan farklılıklarının öğrenciye ayrıntılı bir biçimde açıklanması önemlidir. Dış dünyanın var olduğu ve gerçek anlamı tam olarak anlaşılmadan işlevine devam ettiği pek çok teori tarafından kabul edilen bir gerçektir. Önemli olan var olan algılarımızın, içsel görüntümüzün ve zihinsel modellerimizin bir yansıması olduğunu anlamamızdır (Johnson ve Laird, 1983). Kaynağı ne olursa olsun algılarımız, beynimizde süzülen bir üretim süreciyle anamlanır (Osborne ve Wittrock, 1983). Bu bilgiler ışığında, öğrenme bilgilerin üst üste eklenmesi değil, aynı zamanda model oluşturma sürecidir (Aktaran: Oğuz, 2007).

Hayal edebilme fen öğrenimi için çok gereklidir. Çünkü öğrenciler kimyadaki birçok soyut kavramı, düşünerek ve hayal ederek oluşturdukları zihinsel modellerini kullanarak anlamaya çalışırlar. Örneğin öğrencilerin atomu ve atomla ilgili kavramları anlayabilmeleri için, zihinlerinde işlevsel ve dinamik bir atom modeli olmalıdır. Yani öğrenci atomun şeklini, elektronların hareketini, atomdaki değişik türdeki etkileşimleri tutarlı bir model üzerinde hayal edebilmelidir. Bu ve benzeri “zihinsel modeller” öğrencilerin ve bilim adamlarının fen kavramları üzerinde düşünürken veya bu kavramların ilişkilerini ortaya koyarken kullandıkları model

türleridir (Coll ve Treagust, 2001). Bu bağlamda bilimsel modeller, bilim adamının çalışırken izlediği doğal süreçler ve bu süreçlerin sonucu olarak ortaya konan bilimsel ürünler olarak tanımlanabilir (Cartier, Rudolph ve Stewart, 2001). Bu açıdan bakıldığında bilimsel bir model;

- Zihinlerde yer edebilir ve işlenebilir,
- Tanımlandığı özel şartlara sahiptir,
- Bir problemle ortaya atılan bir konuyu açıklar ve onunla ilgili bilgilere ışık tutar.

Bilimsel modellerin önemli özellikleri, kullanıldıkça daha iyi açıklayabilme yanı, geliştirilebilmesi, eklemeler yapılmasına olanak sağlaması ve başka modellerle birleştirilerek derinleştirilebilmesidir. Dalton 1805 yılında kimyasal tepkimelerdeki kütle bağıntılarını açıklayan atom modelini ortaya atmıştır. Bu modelin, atomla ilgili yeni bilgileri açıklamada yetersiz kalmasının ardından 1897 yılında Thomson kaynaklarda “üzümlü kek modeli” olarak bilinen “pozitif yük içersinde negatif yüklerin yer aldığı” atom modelini açıklamıştır. 1911 yılında Rutherford, Thomson’un atom modelinin eksik yanları olduğunu düşünmüş, test etmek için pek çok deneme yapmıştır. Elde ettiği sonuçların, üzümlü kek modeliyle çeliştiğini fark etmiştir. Rutherford, “atomda pozitif yükün ve kütleinin atomun merkezinde toplandığını düşünmüş ve bu merkezi çekirdek” olarak isimlendirmiştir. Zaman içerisinde bu model de atomda bulunan elektronların hareketini ve çekirdek üzerine neden düşmediklerini açıklayamayarak yeni modellerin düşünülmesine sebep olmuştur. 1913 yılında Bohr, Rutherford atom modelinin eksiklerini göz önüne alarak, hidrojen atomu ve tek elektronlu bazı iyonların davranışlarını açıkladığı kendi adıyla anılan atom modelini açıklamıştır. Ancak bu modelde, çok elektronlu atomların davranışlarını açıklayamamıştır, Schrödinger ve Heisenberg’in katkılarıyla bugünkü Modern atom teorisi geliştirilmiştir (Arık ve Polat, 2002). Atom modelinin gelişim süreci modellerin işlenebilirliği, sınırlıkları ve konuyu açıklayıp sonraki araştırmalara ışık tutması açısından önemlidir. Bu özelliklerinden dolayı bilimsel modeller, bilimsel bir araştırmanın hem istendik ürünü hem de kendisini takip eden araştırmalarının bir yol göstericisidir. Ders programlarında bilimsel modellere yer verilmesi, bir yandan öğrencilere belli bir disipline özgü kavramsal alan bilgisini

özgün öğrenebilme fırsatını sağlarken, öte yandan öğrencilerin bilimsel bilginin nasıl ortaya çıkarıldığı ve değerlendirildiğini de görmesine olanak sağlar (Ünal ve Ergin, 2006).

Bilimsel modeller sadece öğretme aracı değildir. Yukarıdaki atom modeli örneğinde olduğu gibi soyut bir kavramı somutla ilişkilendirilmesine yardım eder. Öğrenciler kendi zihinsel modellerini oluşturur, bilimsel kavramları daha etkili ve kalıcı öğrenmeler gerçekleşir. Öğrenciler modelleri, gözlemedikleri bir olgu ile bunun bilimsel açıklaması arasında bağ kurmak için kullanabilir. Bu yönden modelleme bilimsel kavramların görsel sunumu olarak düşünülebilir. Öğrencilerin, bilinen ve bilinmeyen, benzeyen ve benzemeyen olgular arasında modelleri kullanarak bağ kurması muhtemeldir (Collins ve Gentler, 1987; Oğuz, 2007).

Van Driel ve Verloop, (1999), bilimsel modellerin ortak özelliklerini şu şekilde belirtmiştir: Bir model,

- ❖ Her zaman modelin temsil ettiği hedef veya hedeflerle ilişkilidir. Hedef bir sistem, bir nesne, bir olgu veya bir süreç olabilir,
- ❖ Doğrudan gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi elde etmek için kullanılan bir araştırma aracıdır,
- ❖ Temsil ettiği hedef ile doğrudan etkileşmez,
- ❖ Hedefe uygun benzetmelere dayanır,
- ❖ Her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık gösterir ve çoğu zaman basite indirgenebilir,
- ❖ Oluşturulurken, hedef ile model arasındaki benzerlik ve farklılıklar, araştırmacılara modelin temsil ettikleriyle ilgili tahminler yapabilme olanağı sağlayabilmelidir.
- ❖ Karşılıklı olarak birbirini etkileyen süreçler sonucunda geliştirilir ve hedefle ilgili yeni çalışmalar ortaya çıktıkça modellerde yenilenebilir.

Öğrencilerin zihinsel modeller oluşturmalarına nasıl yardımcı olunabilir sorusuna yanıt aranmaya başlanmıştır. Hayal etme yeteneği fazla olan öğrencilerin daha iyi zihinsel modeller oluşturabileceği öngörülmektedir (LeBoutillier ve Marks, 2003). “Hayal etme” ve “ırsak düşünme” ise yaratıcı düşünmenin iki bileşenidir.

Öğretimde yaratıcı düşünmeyi ortaya çıkarıcı ve destekleyici ortamlar, öğrencilerin hayal etme yeteneklerini kullanarak kavramlar hakkında gerçekçi zihinsel modeller oluşturmaları için onlara olanak sağlayabilir. Aynı zamanda yaratıcı öğretim, öğrencilerin karşlarına çıkan problemlere çeşitli ve özellikli çözümler üretebilen bireyler olmalarına da yardımcı olacaktır. Piaget'e göre eğitimin öncelikli amacı başkalarının geliştirdiklerini basitçe tekrar etmeyen, bunun yerine yeni şeyler yapabilme kapasitesine sahip insanlar yetiştirmektir (Aktaran: Cronin, 1989). Modeller bu amaç için oldukça verimli ve uygun görülmektedir.

1.2 TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİNDE ATOM KAVRAMI

Atom kavramı insanoğlunun maddeyi kullanma ve tanıma becerisi geliştikçe şekillenmeye başlamıştır. Yazılı insanlık tarihinin en eski kayıtlarında bu yönde değişik düşünce ve yorumlar bulunmaktadır. Ancak maddenin bir parçası olarak, hatta duvarı oluşturan taş veya tuğlalar gibi maddeyi oluşturan bazı parçacıkların da var olabileceği eski Çin, Hint, Mısır, Yunan vb. uygarlıklarda tartışılmış ve tanımlanmaya çalışılmıştır (Achinstein, 2001). Aşağıda atomun günümüzdeki tanımına ulaşıncaya dek izlediği serüvene kısa bir yolculuk yapılacaktır.

İnsanlık tarihinde kültürel öğeler yaklaşık 2,5 milyon yıl öncesine kadar izlenebilmektedir. İnsanların taş aletleri yapması ve kullanması insanlık tarihinde dev bir adım olarak kabul edilmektedir. Alet yapabilen insandan tasarımlar, planlar, süreçler yaratabilen ve kayıt tutan insana kadar geçen süreç yaklaşık otuz bin yıl öncesine dayanmaktadır. Bu kayıtlarda doğa ve nesne figürleri kullanan insan doğayı anlama çabasındadır (Nizan, 1998).

Anatole France “*Düşünenlerin deli dolu felsefeleri olmasaydı, insanoğlu hala binlerce yıl öncesindeki gibi mağaralarda yabani bir şekilde yaşıyor olurdu*” derken düşüncenin bilim felsefesindeki önemine işaret etmektedir (Achinstein, 2001). Atom kavramı bu bağlamda hem bilim hem de felsefe açısından ayrıcalıklı bir yer tutmaktadır.

1.2.1 Eski Çin’de Bilim Felsefesi ve Atom Kavramı

Çin’de tarih öncesi devirlerde (neolitik ya da yeni taş devri) yani İ.Ö. 8000-5500 dönemlerinde tarım faaliyetlerinin yapıldığı bilinmektedir. Çünkü Orta Asya çöllerinde kasırga ve fırtınalarla taşınan sarı toprak (los) bu amaç için uygun ortam sağlamaktadır. Tarımın yanında hayvancılık da gelişmiş, özellikle insanlık tarihinde ilk olarak ipek üretmeye ve bunun sonucu gereksinim duyulan boya maddesi yapmaya Çinliler başlamıştır. Arkeolojik kazılar İ.Ö. 3000’li yıllarda Çin’de yazının kullanılmaya başlandığını ve madde kavramının tartışıldığını göstermektedir (Achinstein, 2001). Bu süreçte fal ve kehanetin ve buna bağlı olarak simyanın önem kazandığı da bir gerçektir.

Çinliler ondalık ölçü sistemini geliştirmiş, Galileo’ dan çok önceleri Güneş lekelerinden söz etmiş, ayrıca meteorit, nova, süpernova v.b. hakkında bilgilere ulaşmışlardır. Çinlilere göre sürekli bir oluşum içindeki evren ile doğa ve insan arasında sıkı bir ilişki vardır. Madde sürekli devinim halindedir. Evren sisteminin bir parçası olan insan da zıtlıkların ya da iyilik “Ying” ve kötülük “Yang” ilkesinin etkisindedir (Heisenberg, 2000).

Çinlilerin çeşitli buluşları bilim ve teknoloji dünyası için çok önemli öncüler içermektedir. Bunlar arasında kağıt, barut, para, porselen, pusula, mürekkep, matbaa ve daha da önemlisi tekerlekli araba sayılabilir (Capra, 2000).

Çin bilim felsefesinde Konfüçyüs, Lao Tse ve Mohizm yada Mo Tse önemlidir. Çin düşünce yapısına göre *“Kişi bulunduğu yerin yasasına uyar. Yer göğün yasasına, gök Tao’nun yasasına uyar, Tao ise kendi yasasına uyar”*. Buradaki Tao bilinmeyen görülüp hissedilemeyen yani muhtemelen maddenin yapıtaşı olan atomdur (Bozkurt, 2003). Çünkü su yeryüzündeki en dirençsiz ve yumuşak madde olarak tanımlanmakta, ancak hiçbir şeyin sağlam ve katı olan maddeleri sudan daha iyi çözemeyeceği belirtilmektedir. Öyleyse su Tao’dur.

1.2.2 Eski Hint'te Bilim Felsefesi ve Atom Kavramı

Eski uygarlıkların çoğunda görüldüğü gibi Eski Hint'te de tıp, kozmoloji ve felsefe iç içedir. Hintliler canlıları evrenin bir parçası olarak ele almışlar ve insanın toprak, su, hava, ateş ve eterden oluştuğunu varsaymışlardır. Hint bilim felsefesinde evrenin merkezi Dünya'dır ve Dünya kendi etrafında hareket etmektedir. Bu hareket maddenin yapısı ile ilgili ilk önemli işaretlerden sayılabilir. Hint felsefesinin en önemli ayağı Budacılıktır. Buda evren konusunda zamanın ve yaradılışın başı ve sonu ile ilgili önemli yorumlar getirmiştir. Her türlü varlığı oluşturan "Dharma" lar vardır. Dharma yapısına girdiği varlıkta devamlı kalmaz maddenin kesintisiz bir var oluş ve yok oluş süreci vardır. Varlıkları ve kavramları sayılarla belirleme, Hint felsefesinde "Sankhya" olarak adlandırılmaktadır. Doğanın özü ve devingen yapısı cansız olup, büyük olasılıkla bugünkü anlamda atom kavramına uygun düşen, "Prakrity"dir (Kadir, 1991).

Hindistan'da altı tane felsefi sistem bulunmaktadır. Birincisi, Kanada Rşi'nin *Vaisheshika* felsefesidir; yani atom teorisidir. Ona göre herşey atomdan meydana gelmiştir. Çok sayıda atom birleşir ve bu dünyayı oluşturur. *Kana* atomik tanecik anlamına gelir. Çok fazla atomik tanecik birleşmiş ve hiçbir mantığa, uyuma veya bilince, hiçbir şeye gerek duymaksızın, rastgele bu dünyayı oluşturmuştur. Bu bileşimlerin sonucunda bu dünyada bulduklarımız meydana gelmiştir.

Hint düşüncesinde ünlü Hint bilgini Kanada tarafından M.Ö. III. yüzyıldan önce meydana gelmiş olan *Vaişeshika* (*Vaisheshika*) sisteminde, Tanrı'nın evreni ezeli atomlardan oluşturduğu düşüncesi egemendir. Sisteme göre her nesne, şu dokuz şeyden birinden oluşmaktadır: Toprak, su, ateş, hava, eter, zaman, mekan, ruh, akıl. Bunlardan ilk dördü, farklı atomlardan, maddenin gözle görülemez, parçalanamaz taneciklerden meydana gelmiştir (Kadir, 1991).

Kanada'nın kendine özgü düşüncesi, hatta kendi felsefesinin belirleyici yönü, "Anu" ya da atom teorisidir. Atomlar *Samkhya* felsefesinde *Tanmatra*'lar olarak işlenmiştir. Kanada bir yerlerde '*en küçük şey*'in olması gerektiğini ileri sürmüştür. Kanada'nın öğretisine göre; toprak, hava, su ve ateş atomları ebedidir ve yaratılmamıştır. Buna rağmen bu öğeler yayılamaz, onların karmaşık doğaları

yayılmının ve atomların birleşimlerinin görünmesine olanak sağlamaktadır. Bu birleşimlerin görünebilirliği nerede başladığı konusunda Kanada sessiz kalır ve kesin bir görüş bildirmez (Çağdaş, 1974).

Hint düşüncesinde yer alan bu doğa felsefesi bir tür atom öğretisine dayanır. Bu sistemde, evren bölünerek bir noktaya geldikten sonra artık bölünüp parçalanamaz, dünyadaki değişim süreci içerisinde birbirleri ile birleşir, sonra yine ayrılabilir, kendi başına sonsuzdur, fakat diğerleriyle bir araya geldiğinde sonlu küçük parçacıklardan oluşur (Störing, 1994). Tanrı, alemi bu ezeli atomlarla inşa eder. Evrenin başlangıcı, bu atomların çeşitli şekillerde birleşmeleri, sonu da birleşik atomların ayrılmalarıdır. Bu atomlar kendi kendilerine hareket etmezler. Bu düşüncede, her ne kadar oluşların etraflarındaki hava içerisinde geliştiği, ezeli olarak tanımladıkları boşluk fikrini kabul ederlerse de, bu fikir, Yunan düşüncesinde olduğu gibi önemli bir yer tutmaz.

İhsanoğlu ve Günergün'e göre, Hint atom teorisinde dört elementin her birinin kendi atom sınıfı vardır (Bahar, Gündüz ve Doğan, 2006). Hint filozofları atomların bölünemeyeceğini ve parçalanamayacağını düşünmüştür. Farklı atomlar kendi aralarında birleşemez. Sadece benzer atomlar üçüncü bir atomun varlığında birleşebilir. İki atom bir etki (diad) oluşturur ve bu etkilerin üçü bir araya gelerek diğer bir etkiyi (triad) oluşturmaktadır. Diadların birleşmesi ile oluşan triadlar maddenin farklı özelliklerini temsil etmektedir (Özgür ve Bostan, 2007).

Atomculuk düşüncesinin bulunduğu bir diğer Hint ekolü ise materyalist eğilimlere ve şüpheci tutumları olan Mahavira'nın kurduğu Caynizm'dir. Bu göre, her maddenin en küçük parçası bulunmaktadır ve bu yüksek ihtimalle atoma benzeyen bir parçacıktır. Bu parçacık renk, tat, koku, dokunma hissi olan niteliklere sahiptir. Tüm atomların ruhu bulunmaktadır ve neredeyse bütün evren bunlarla doludur (Karadaş, 2004).

1.2.3 Eski Yunan'da Bilim Felsefesi ve Atom Kavramı

Bilim ve felsefenin başlangıcı olarak Thales ve onu izleyen Antikçağ düşünürleri kabul edilse de esas başlangıcın yukarıda özetlemeye çalıştığımız uygarlıklar ve bunlara ilave olarak Mısır ve Anadolu uygarlıkları olması gerekir. Antikçağ'a kadar bilim yoksa eski uygarlıklardaki dogmatik düşünceler ve söylencelerin açıklanması mümkün değildir (Bozkurt, 2003). Özellikle evren, Dünya ve insanın yaradılışı ile ilgili söylencelerin hemen hemen tüm din kitaplarına benzer biçimde yansması, sözü edilen uygarlıkların Antikçağ'da olgunluk dönemine erişen madde ve atom kavramına temel oluşturduğu bir gerçektir.

Atomculuk aslında felsefede ve bilimde bir yöntemdir. Kavramları parçalara ayırarak açıklama yani tümevarımın bir çeşididir. Atomculuk kavramı sözlükte şöyle tanımlanır: *“Genel olarak kompleks ya da karmaşık fenomenleri, onları sabit ve değişmez parçacık ya da birimlerin toplamları olarak görmek suretiyle açıklayan, fiziki dünyanın, maddi evrenin gözle görülemeyecek kadar küçük parçacıklardan meydana geldiğini savunan görüş”* (Cevizci, 2002).

Atomun varlığına dair bilimsellik taşıyan ilk görüşler Eski Yunanlı filozoflara aittir. Democritos (M.Ö. 470-370) atom ile ilgili fikirlerini açıklayan ilk bilim adamıdır. Democritos'a göre atomlar tek tip nesnelere kapsar ve maddelerin birbirinden farklı olmasının sebebi atomların farklı şekildeki düzenlenmesidir (Bahar ve arkadaşları, 2006). Daha sonra Eski Yunanlı düşünürlerden Leukippos, bütün maddelerin gözle görülemeyen küçük parçalardan oluştuğunu söylemiş ve bu parçalara bölünemez anlamına gelen *“atom”* adını vermiştir. Aristo ise atomun parçalanamaz olduğu düşüncesini sorgulamıştır. Atomculara göre doğa atomlar ve boşluktan oluşmuştur. Bütün maddeler ve elementler birbirinden farklıdır. Maddelerin özellikleri, maddeyi oluşturan atomların şekilleri ile açıklanabilir. Örneğin, şekerli besinlerin atomları yuvarlak, asitli besinlerin atomları sivridir. Cisimlerin sahip oldukları şekillerini atomları belirler. Yunanlı filozofların bu fikirler teori olacak kadar olgunlaşmamıştır (Kranz, 1994; Marks, 2002).

Modern bilimden farklı olarak, Antik Yunanlıların atom kuramları planlı deneylere değil, soyut düşüncelere dayanır. Bütün cisimlerin, onun meydana gelmesini sağlayan temel yapı taşı, atomun varlığı tartışılır. Dört element -toprak, hava, ateş ve su- atomların temel karakterlerini belirler. Sayıları sonsuz olan atomlar karakterlerine ve şekillerine göre sınıflara ayrılır ve bu sınıflar doğanın anlaşılabilmesini kolaylaştırır (Kranz, 1994). Atomlar hareketlidir ve bu hareketin oluşabilmesi gereken ortam boşluktur. Sonsuzluk, hareket ve boşluk atom kuramı içinde çok tartışılan olgulardır. Bunun yanında evrenin yaradılışı gibi kozmoloji ve teolojiyi ilgilendiren konular hakkında bir açıklama sunulur. Evrenin oluşumu, hareketli atomların rastgele çarpışmalarına bağlanmış olup, bir anlamda Tanrı'dan bağımsız bir yaradılış kurgulanır. Bunun yanı sıra doğadaki farklılıkların nedeni olarak farklı nitelikteki atomların değişik oranlardaki birleşmeleridir. Bir felsefe sistemi olarak da atomcu görüş, var olan sistemlerden farklı, özgün bir bakış açısına sahiptir. Bu fark atomcu görüşü modern bilime diğer görüşlerden daha çok yakınlaştırılır (Russell, 2000).

1.2.4 İslam'da Bilim Felsefesi ve Atom Kavramı

Özünde Arap yarımadasında egemen olan Sami kültürü Hint-Avrupa kültürünün bilim tarihi ve felsefe olgusunu doğrusal düzeye taşımıştır. Sami kültürüne göre Tanrı Dünya'yı yaratmış ve o zaman tarih başlamıştır. Tarihin sonu vardır ve bu kıyamet günüdür. Yahudilik, Hıristiyanlık ve Müslümanlığa temel oluşturan Sami kültürü tek Tanrılı dine geçiş sürecinde bilim ve felsefeyi çok önemsemiştir (Bozkurt, 2003).

Antikçağ ile Yakınçağ arasında uzun bir uyku dönemine giren Batı-Orta Çağ kültürünün aksine İslam'da bilgi, bilgi felsefesi, evreni anlama ve çözme, simya, v.b. çok önemli atılımlar yapmıştır. Orta Çağ İslam felsefesi karanlık Batı Dünyası'nın yanı başında, akıl ve bilgiyi temel almıştır. Yunan kültürünü de özümseyerek akılcı, matematik temelli ve kaderci bir bilim felsefesi yaratmıştır. Bu dönemde özellikle matematik, astronomi ve kimya biliminde önemli atılımlar gerçekleşmiştir. Yeni bileşiklerin oluşturulması, kimyasal bazı süreçler ve laboratuvar aygıt ve gereçleri bu dönemin ürünleridir (Taylan, 1997).

İslam dini, başlarda, insan düşüncesinin gelişmesini Hıristiyanlığa göre daha az kösteklemiştir. Ortaya çıktığı zamanlar, putperestlik ve felsefe, iman bakımından bir tehlikeli olmamıştır. Karışıklıklarla geçen fetih yüzyıllarından sonra, İslam'ın önderleri Yunanlıların eski bilgilerini araştırarak Kuran'ın izin verdiği ölçüde Yunan kültürünü benimsemiştir. Yabancılardan etkilenme, Şam'da Emeviler'in çöküşü ve 749'da Abbasilerin yönetimi ele geçirmeleri ile aynı tarihlere rastlamaktadır. Abbasiler, kendileri Pers olmamalarına karşın Perslerin desteğine dayanmış ve kadimlerin geleneksel öğretisi ve bilimlerinin yayılmasını serbest bırakmıştır. Bilge Persler, Yahudiler, Yunanlılar, Suriyeliler ve daha da uzaklardan gelen aydınlar yeni başkent Bağdat'ta toplanmışlardır. Yunan biliminin önemli kitaplarının Arapça'ya çevrilmesine başlanması burada ve Cundişapur'da gerçekleşmiştir. Bu çeviri Yunancadan ya da Süryaniceden yapılmış ve çalışmalar Halifeler ve Asiller tarafından maddi olarak desteklenmiştir. Halife Me'mun çeviri bürosu kurmuş (*Dar el Hikma*) ve burada büyük bilgiler Hunayn İbn İsak ve Sabit İbn Kurra, Aristo ve Platon'un eserlerinin çoğunu Arapçaya çevirmiştir. Bu kitaplar daha sonra Latinceye çevrilmediklerinden Batı açısından yitirilmiştir (Gürkan, 2005).

Kimyanın babası olarak bilinen Muhammed el-Razi, maddeci ve akılcı düşüncelere dayanarak, doğa olaylarını birtakım karmaşık simgelerle açıklamanın yanlış olacağını, bilginin tek kaynağının duyular olduğunu, insan aklının her şeyi bilebileceğini savunmuştur (Aydın, 1999). Maddenin atomlar ve boşluktan oluştuğu görüşünü kabul ederek, uzayda atomlar ne kadar sıkışık kümelenirlerse, oluşturdukları maddenin de o kadar yoğun olacağını, hava, su ve toprak örnekleriyle ortaya koymaktadır. Bu bağlamda İslam atom felsefesi, Aristo'nun görüşleriyle Democritos'un felsefesini birleştirmektedir. Atomlar "cevher-i ferd" olarak adlandırılmakta, olayların yada nesnelere oluşmasında rol oynayan, herhangi bir geometrik şekli bulunmayan, hacmi olan ve yer kaplayan fiziksel parçacıklardır. Atomların sıklık veya seyrekliği yada onları ayıran boşluğun hacmi, cisimlerin hafiflik, ağırlık, katılık ve yumuşaklık gibi niteliklerini belirler. Sözelimi, yoğun olarak bir arada bulunan atomlar toprağı, daha seyrek olanlar suyu, daha da seyrek olanlar havayı oluşturur; bundan daha seyrek olanlar ise ateşi meydana getirirler. Ağırlık, hafiflik, karanlık ve aydınlık gibi nitelikler maddenin içinde bulunduğu boşluktan kaynaklanmaktadır.

Kelam düşüncesinde atomculuk fikrini ilk kez ortaya koyan Ebu'l- Huzeyl el- Allaf olduğu yaygın kanaattir (Frank, 1966). Kur'an'ı merkeze alan ilk kelamcılara göre; atomların birleşmesiyle cisimler, onların toplamından da âlem oluşmaktadır (Topaloğlu, 1981). Bu doğrultuda olmak üzere Kelâmî düşüncede atomlar, hem zihnen hem de zihin dışında anlık olgulara bağımlıdır. Ayrıca sertlik, yumuşaklık ve şekil gibi içsel özelliklerden yoksundur. Bir atom herhangi bir “dış müdahale” olmaksızın kendi başına işlev göremez, mekanik özelliklere sahip değildir.

Kelâm atomculuğunun Yunan ve Hint atomculuğu ile benzerliğinin bulunması her ne kadar onun, bu iki kaynaktan beslendiği şeklinde bir düşünceyi akla getirirse de, işlev ve anlayış bakımından son derece farklıdır. Hint atomculuğunun ezeliyeti ve Yunan atomculuğunun hem ezeliyeti hem de mekanik hareket kabiliyetine içsel olarak sahip olması, onları kelam atomculuğundan ayıran temel farklılıklardır. Yine de kelâm atomculuğunun, kendinden önceki kültürlerden tamamen bağımsız geliştiği de söylenemez (Wolfson, 2001) .

İslam felsefesinde başlangıçta “Atom (cevher) kendi kendine rastlantısal olarak var olmuştur, yani bir arazdır”, “Atom kendi kendine kaim olan ve zıtları kabul edendir”, “Atom arazları taşıyandır, ancak atom yaratıldığında arazın da birlikte yaratılması gerekmeyebilir” biçiminde düşünceler egemendir (Karadaş, 2004). Atomlar, özü itibarıyla sonlu varlıklardır. Çünkü birleşen, sonra yarıya, üçte bire, dörtte bire bölünerek, neticede bölünemeyen parça haline gelen bir varlığın sonlu olması aklen varılabilecek tek sonuçtur. Kelamcının temel amacı, her an değişen anlık araz ile ondan bağımsız olamayan atomun sürekli değişime maruz kaldığını, bu değişimin gerçekte sürekli yaratmanın bir sonucu olduğunu kanıtlamak ve buradan hareketle de bir yaratıcının varlığına gitmektir. İşte özellikle bu yönüyle İslami düşüncedeki atom düşüncesi diğer atomcu görüşlerden ayrılır (Topaloğlu, 1981).

1.3 MODERN BİLİMİN DOĞUŞU VE ATOM MODELLERİ

Ortaçağda her alanda olduğu gibi bilim alanında da dinin egemenliğini ve buna bağlı olarak da duraklamayı görürüz. Bilimin temel özelliği olan özgür düşünce ve eleştiri bir yana itilince bilimde iyice metafizik bataklığına sürüklenmiştir. Hristiyan ortaçağının iyice tutuculaştığı dönemde, yeni din İslamiyet yeni olmanın getirdiği dinamikle bilime biraz daha hoşgörülü bakınca, bilimin merkezi yeniden Ön Asya'ya kaymıştır. Ancak bu dönem İslam düşünürleri de tıpkı Hristiyanlığın ilk döneminde olduğu gibi, bilime ve felsefeye idealist bir tavırla yaklaşarak, bir anlamda tekrardan öteye geçememiştir (Achinstein, 2001).

15. ve 16. yüzyılda Reform ve Rönesans'la başlayan değişim süreci; 17. ve 18. yüzyılda Aydınlanma ile yükselen dinamik olmuş, 19. ve 20. yüzyılda sanayileşme ile değişim doruğa varmıştır. Kilisenin resmi ideolojisini sarsan ilk bulgular 16. ve 17. yüzyılda astronomiden gelmiştir. İlkçağ düşünürü Batlamyus'un kilise tarafından Tanrı söylemine dönüştürülen Dünya merkezli evren anlayışına karşı; Kopernik, Kepler, Bruno ve Galileo Güneş merkezli evreni koyunca anlaşmazlıklar ortaya çıkmıştır (Lucas, 2005).

Astronomiyi fizik ve biyoloji izlemiştir. 18. yüzyılda Newton'la fizik maddenin korunumu yasasını açıklayarak hiçbir şeyin yoktan var olmadığını ve yok olmayacağını söylerken, Mendelson kilisenin arka bahçesinde doğal olmayan yollardan bezelyeler üretmektedir.

Bilimsel kuramların tarih boyunca geçirdiği değişimler de önemli bir tartışma alanıdır. Klasik Newton Fiziğinin yerini Heisenberg'in kuantum mekaniğinin alması, belirsizlik ilkesi çevresinde bilim felsefesinde yoğun bir tartışma yaratmıştır. Hücre ve hücre fizyolojisindeki gelişmeler evrim kuramındaki tartışmalar 'gen mühendisliğinin' ortaya çıkardığı sorunlar, sibernetik kuramları, çağdaş bilim felsefesinin yöneldiği öteki alanları belirlemektedir (James, 1950). Öte yandan Jean Piaget'in çalışmalarının öncülüğünde bilginin oluşumuyla ilgili süreçleri inceleyen biliş psikologları, kavramsal sistemlerin mantıksal analizi, düşünce süreçlerinin psikolojik incelemesi ve zihinsel işlemlerin epistemolojik geçerliliğinin araştırılması gibi değişik alanları gitgide daha çok birbirine yaklaştırmaktadır.

Fiziğin yöntem ve kategorilerini insanın zihinsel süreçlerine ve toplumsal olgulara uyulmanın geçerliliği, Descartes'ten bu yana bilim felsefesinin önemli sorunları arasında olmuştur (Heisenberg, 2000). Yapısalcı ve işlevselci olarak nitelenen düşünürler, belirli bir toplulukta herhangi bir zamanda yürürlükte olan kültürel uygulamaların ve toplumsal kuramların bütünsel bir yapı içinde birbiriyle sistematik ilişki içinde olduğu görüşündedir. Buna karşılık tarihe ağırlık veren araştırmacılar özellikle de Jürgen Habermas gibi 'eleştirel kuram'ı savunan düşünürler, toplumsal yapıların ve ilişkilerin dinamik, gelişmeci niteliğini vurgulamaktadır. Toplum bilimlerinin yöntemine ilişkin tartışma günümüzde de sürmekte ve bilim felsefesinin önemli bir konusunu oluşturmaktadır.

Francis Bacon atoma sempatisi ile bilinmektedir. D. Sennert atom ve element teorilerini birleştirmiştir. Rene Descartes maddenin atomsuz kesikli yapısını öne sürmüş ve topaç kuramını (yuvarlak ve dönen) oluşturmuştur. Ancak bu filozoflardan hiçbiri iki atom arasındaki mekanik bağ kavramını açıklayamamıştır.

Rönesans, devlete ve eklesiyastik (kilise) düşünceye karşı entelektüel bir tepki olup Galileo, Calvin, Luther, v.b. tarafından kitlelere mal edilmiş bir harekettir. Bu döneme kadar doğal olayları kutsal saymak ve bunlar hakkında araştırma veya yorum yapmak yasaktır. Kozmoloji teorilerinin Nicolas Copernic tarafından yeniden ele alınması kilise camiasında büyük endişe ve yankı uyandırmıştır.

Bu kargaşa döneminde Nicolas Lemery ilk kimya kitabını "Kimyanın Temeli" (*Traité de chimie*) yazmıştır. Isaac Newton Londra Para İdaresi'nde çalışırken simya pratikleri ile yakından ilgilenmiş, *Optics* adlı eserinde elementler ile ilgili birçok soruya yanıt aramıştır. Bu eserde *soru 31* kimyanın özellikle bağ kavramını, atomlar arasındaki etkileşimleri ve mesafeyi yanıtlamıştır. Böylece herhangi bir tuzdaki bir metalden başka bir metale geçiş yani metallerin yükseltgenme-indirgenme kavramı, gazların esnekliği, sıvıların ve katıların kohezyonu ilk kez ciddi bir biçimde ele alınmıştır (Gürel, 2001). Bunun sonucu olarak mekanik bağ kavramından maddenin tanecikli yapısına geçiş gerçekleşmiştir.

Tarih ve felsefe boyutuyla atom bir çağa, 20. yüzyıla, adını vermiştir. Neredeyse 2500 yıldır insanoğlunun kafasını meşgul etmiştir. İnsan aklının atomu

düşünebilmesi, insan düşüncesinde bir devrimdir. Çünkü 20. yüzyıl sonuna dek, atomları, bırakın çıplak gözle mikroskopla bile gören olmadı. Atomu, aklımızla gördük. Düşüncenin mikroskobuyla gördük. Bugünkü bilimsel serüven bir bakıma “atomun peşinde” koşmak değil mi?(Akçay, 2005).

Bugün bilebildiğimiz kadarıyla, atomların davranış biçimleriyle ilgili her türlü ayrıntı atom modelleriyle kesin bir şekilde açıklanabilmektedir. Tarihsel gelişim sürecinde atomla ilgili modeller sürekli gelişim göstermiştir. Atomla ilgili ilk olarak 1805’te **Dalton Atom Modeli** ileri sürülmüştür. Dalton Atom Modeli temel alınarak diğer modeller geliştirilmiş ve bugün bilim çevrelerince kabul edilen **Modern Atom Modeli** ‘ne ulaşılmıştır.

1.3.1 Dalton Atom Modeli

Dalton eski Yunanlı filozofların atom ile ilgili düşüncelerinde yer almayan atom ile element arasındaki bağı kurmuş ve elementlerin atomlardan oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca bir elementin bütün atomlarının birbiri ile aynı olduğunu öne sürmüştür. Dalton’a göre atomlar bir araya gelerek daha büyük parçacıklar olan molekülleri oluşturmaktadır. Eski Yunanlı filozofların düşüncelerinden etkilenerek atomların bölünemeyeceğini, yapılamayacağını ve ortadan kaldırılamayacağını belirtmiştir. Dalton, atom modelinin şeklini içi dolu küre olarak göstermiştir.

John Dalton (1766-1844) “atomun varlığının kanıtları” olarak temel birleşme yasalarını göstermiştir. Bunlar kütle korunumu, sabit oranlar ve katlı oranlar yasası adıyla bilinir. 19. yüzyıl, aslında atomla açılmıştır. John Dalton, 1803-1808 arasında atomun varlığının kanıtlarını açıklamış ve bilimsel anlamdaki ilk atom kuramını geliştirmiştir. Dalton, kimyasal tepkimelerdeki kütle korunumu, bileşiklerin oluşmasında sabit kütle oranının varlığı, katlı oran yasası gibi deneysel sonuçları başarıyla yorumlayarak, bu sonuçların (yasaların) ancak atomun varlığıyla kavranabileceğini göstermiştir.

Kimyanın gelişmesine Antoine Laurent de Lavoisier (1743 -1794)’in ağırlık ve hacim yasalarını açıklaması hız kazandırmıştır. O dönem, kimyasal maddelerin birçok fiziksel özelliğinin (yoğunluk vb.) ölçebildiği ve pekçok kimyacı ve fizikçinin

bu bağlamda katkı koyduğu bir dönemdir (Gay-Lussac, Davy, Faraday, Berzélius, ...v.b.). Claude Louis Berthollet (1748 -1822), 1803 yılında bir tepkimenin hangi yönde gerçekleşeceğini belirleyen kuralları ortaya koymuştur. Bu bağlamda denge kavramı tanımlamış, fakat alaşımlar üzerine yaptığı bir çalışmada kimyasal karışım ile kimyasal birleşme kavramları karıştırmıştır. O'na göre saf bir madde sabit bir bileşimde olamaz. Ancak iki sınır bileşim arasında değişim gösterir (Bu fikir Lavoisier'in tek bir bileşik, tek bir yapı kavramının tersidir).

Joseph Louis Proust (1754 -1826), oksitler ve sülfürler üzerine çalışarak saf bir maddenin bileşiminin sabit olacağına ısrar etmiştir. John Dalton (1766 -1844) ile 10 yıl süren tartışmalar sonunda kimyasal analiz ciddi biçimde başlamış, Lavoisier'in tartma tekniği sayesinde "saf bir bileşiğin tek bir kaba formülü vardır" fikrinde birleşme sağlanmıştır. Tartma yöntemi, tek kimyasal analiz yöntemi olarak uzun yıllar varlığını korumuştur.

Dalton katlı oranlar yasasını bilim dünyasına duyurarak Proust'un teorisine dayalı kendi atom teorisini ortaya atmıştır. N_xO_y gazlarını analiz eden Dalton, bataklık gazı metanı ve etileni bulmuş ve "her maddenin sonsuz küçük ama aynı olan parçacıklardan oluştuğunu" söylemiştir. Bu parçacıklar parçalanamaz, birbirinin eşdeğeridir ancak bir maddeden diğerine farklılık gösterir.

Kimyasal tepkime bileşiklerdeki atomların durumunu açıklamada önemli bir süreç olmuştur. Bu bağlamda her atoma bir sembol verilerek moleküller ve formüller aşağıdaki örneklerdeki gibi basit biçimde gösterilmeye başlanmıştır:

Su: OH Amonyak: NH Etilen: CH Metan: CH₂

Öte yandan iki atom arasında ikili ve üçlü birçok kombinasyon kurulabileceği ortaya atılmıştır. Katlı oranlar ve sabit oranlar yasaları şekillenmeye başlamıştır. John Dalton, 1803'te katlı oranlar yasasını bulmuştur "İki element birden fazla bileşik oluşturabilir. Oluşan bu farklı bileşiklerde elementlerden birinin kütlesi sabitleştirilirken, diğer elementin kütleleri arasında küçük ve tamsayılarla ifade edilen katlı bir oran vardır". Bu yasa sabit oranlar yasasının atomik oran düşüncesine daha kesin bir destek vermektedir. İki element arasında iki ve daha çok bileşik

oluşuyorsa, elementlerden birinin kütlesi sabit tutulduğunda onunla birleşen ikinci elementin kütleleri arasında basit tam sayılı bir oran vardır. Buradaki kütle terimleri atomları anlatmaktadır. “Basit, tam sayılar” atomların oranıdır. İşte Dalton’ un vardığı sonuçlar:

- Her element atom adı verilen çok küçük ve bölünemeyen taneciklerden oluşmuştur. Atomlar kimyasal tepkimelerde oluşamaz ve bölünemez.
- Bir elementin bütün atomlarının kütlesi (ağırlığı) ve diğer özellikleri aynıdır. Fakat bir elementin atomları diğer bütün elementlerin atomlarından farklıdır.
- Kimyasal bir bileşik iki yada daha çok sayıda elementin basit sayısal bir oranda birleşmesiyle oluşur. Örneğin bir atom A ve bir atom B, AB ya da bir atom A ile iki atom B yani AB₂ (Petrucci, Harwood ve Herring, 2000).

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

1.3.2 Thomson Atom Modeli

Yirminci yüzyıl, tüm atomların birkaç temel parçacıktan oluştuğunu göstermiştir. Bu yüzyılın ikinci yarısından itibaren proton ve nötronun da atomun temel yapıtaşlarından olduğu kanıtlanmıştır. Joseph John Thomson (1856-1940) 1897 yılında atomun içerisinde küçük kütleler halinde negatif yüklü parçacıkların bulunduğunu göstermiştir. Bu parçalara “elektron” adını vermiştir. Elektronların keşfinden sonra atomun şeklinin nasıl olduğunu açıklamak için bilim dünyasında

yeni bir atom modelinin varlığına gereksinim olmuştur. Atomların yüksüz olduğu, elektronların negatif yüklü olması atomda elektrik yüklerini dengeleyen pozitif yüklü parçacıkların olması gerektirmektedir. Thomson atomu küre şeklinde düşünmüş, pozitif ve negatif yüklerin küre içerisinde elektriksel yükleri dengeleyecek şekilde dağılması gerektiğini belirtmiştir. Thomson atom modeli kaynaklarda “üzümlü kek modeli” ya da “erikli muhallebi modeli” olarak da adlandırılmaktadır.

Thomson, deşarj (elektriksel boşalım) tüplerinde yayılan katot ışınlarının özelliklerini incelemek üzere bir deney düzeneği tasarlamıştır. Hazırladığı düzenekte, elektriksel kuvvetler, paralel duran yüklü levhalar tarafından üretilmiştir. Havası alınan bu tüplerde yüksek gerilim altında katottan anoda doğru yayılan bu ışınlar, elektrik ve manyetik alanda da pozitif kutbun etkisinde kalarak sapmaya uğramıştır. Katot ışınları, bilindiği gibi negatif elektrikle yüklüdür. Thomson, bu ışınların sapmalarından yararlanarak yük/kütle oranlarını hesaplamış, bu oranın, iyonların ölçülen yük/kütle oranlarına göre çok büyük olduğunu görmüştür. Bu sonuca göre katot ışını birimleri negatif yüklü, çok küçük kütleli atom içi parçacıklardır. Ayrıca katot ışını parçacıklarının kütle/yük oranının değeri ölçülme koşullarının hiçbirine bağlı değildir. Atomda negatif yüklü elektronların olduğu ve içinde pozitif yükün düzgün olarak dağıldığı maddesel küreler olduğunu önermiştir. Deneyinin sonucuna göre bu olgu normal karşılanmıştır. Thomson, bunu üzümlü keke benzetmiştir. Kekin bütünü atom olarak düşünüldüğünde, üzümler elektronu simgelememektedir.

1.3.3 Rutherford Atom Modeli

Rutherford, Thomson atom modeli üzerinde kendi fikirlerini geliştirmiştir. Atomun kütesinin tamamına yakının çok küçük ve pozitif yüklü çekirdekte toplandığını belirtmiştir. Bu kısma “*nükleus* (çekirdek)” adını vermiştir. Çekirdeğin atomdan 10.000 kat küçük olduğunu, elektronların çekirdeğin çekim kuvveti ile çekirdeğin çevresinde dairesel yörüngelerde dolandıklarını söylemiştir. Rutherford atom modeli kaynaklarda Güneş Sistemine benzetilmektedir. Çekirdek Güneşe, çekirdek çevresinde bulunan elektronlar gezegenlere benzetilmiştir.

1911 yılında Rutherford’ un öğrencileri Geiger ve Marsden, hocalarının önerdiği atom modelini test etmek amacı ile bir düzenek hazırlamıştır. Alfa

kaynağını, üzerinde küçük bir delik bulunan kurşun perdenin arkasına yerleştirmiştir. Altın yaprağın öbür yanına, kendisine alfa parçacığı çarptığı zaman görünür ışık parıltısı veren, hareketli, çinko sülfürlü ekran yerleştirmiştir. Bu deneyin sonucunda bekledikleri, alfa parçacıklarının çoğunun yaprak içinden doğrudan geçeceği, bazılarının çok küçük sapmalara uğramasıdır. Thomson atom modeli doğruysa, ince metal levhadan geçen alfa parçacıkları üzerine yalnızca zayıf elektriksel kuvvetler etkir ve alfa parçacıklarının momentumları, bunların ilk yollarından çok küçük sapmalar olacak şekilde ilerlemelerini sağlar. Geiger ve Marsden deneylerinde, alfa parçacıklarının çoğunun sapmadan ilerlediğini, bazılarının çok geniş açılarda saçıldığını, hatta çok az bir kısmının geri döndüğünü gördüler. Geliş doğrultusuyla 180° açı yapacak şekilde geri saçılan bu parçacıklar, direkt olarak bir çekirdeğe yöneldiğinde çarpışma olur. Bu modelde pozitif yüklü alfa parçacıklarıyla atomdaki elektronların ilişkisi merak konusudur. Elektronlar çok küçük kütleli olduğu için alfa parçacıklarının hareketini etkileyemez. Alfa parçacıkları, elektronlardan 7.000 defa daha ağır parçacıklardır. Deneyde kullanılan alfa parçacıklarının hızları yüksektir. Alfa parçacıklarını saptırabilmek için büyük kuvvetler uygulanması gerektiği bilinmektedir. Rutherford, deneyin sonuçlarını açıklamak bir atomun pozitif yüklü bir çekirdek ile biraz uzaktaki elektronlardan oluştuğunu önermiştir. Buna göre atomun pozitif yükü ve kütlesi atom çekirdeğinde bulunmaktadır.

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

- Eğer elektronlar sabit ise, negatif ve pozitif yüklü parçacıklar arasındaki çekim kuvvetinden dolayı elektronların çekirdeğe düşmesi gerekir.
- Eğer elektronlar dairesel hareket yapıyorlarsa, klasik mekaniğin hesaplarına göre enerji kaybetmeleri gerekir yani bir süre sonra çekirdeğe düşecektir.

1.3.4 Bohr Atom Modeli

Bohr, Rutherford'un atomun yapısını açıklamada yetersiz kalan kimi yanlarını belirleyerek daha geçerli olacağını düşündüğü kendi atom modelini açıklamıştır. Bohr atomun yapısını açıklamak için Planck'ın üzerinde çalıştığı atomik spektrumu geliştirmiştir. Elektronların çekirdek çevresinde rastgele dairesel bir yörüngede değil de belli enerjiye sahip olan dairesel yörüngelerde bulunabileceğini düşünmüştür. Bu yörüngelere enerji seviyesi denir. Elektronlar buldukları enerji seviyesinin enerjisine sahiptirler.

Niels Bohr kuantum teorisinin geliştirilmesine en çok katkısı olan kişilerdendir. Heisenberg, Schrödinger ve Dirac 1920'li yıllarda kuantum mekaniğinin detaylıca geliştirilmiş bir şeklini sunmadan, 1913 yılında, Bohr, Rutherford' un Güneş Sistemine benzeyen atom modeli yerine kendi atom modelini önermiştir (Bohr, 1961). Rutherford' un Güneş Sistemine benzeyen atom modelinde, neden elektronların çekirdeğin üzerine düşmediği gibi sorular cevaplanamamaktadır. Bohr, zannedildiği gibi elektronların sürekli olarak radyasyon yaymadıkları için çekirdeğe düşmediklerini söylemiştir. Radyasyon yaydıklarında ise "kuantalar" şeklindedir. Bohr, atomlarda farklı yörüngeler -enerji düzeyleri- bulunduğunu, elektronların bu yörüngeler arasında "sıçradığını", bu sıçramalar sonucunda radyasyonun "kuantalar" şeklinde verildiğini söylemiştir. Bohr' un bu atom modeli en basit atom olan hidrojeni çok başarılı bir şekilde açıklamaktadır. Karmaşık atomlara nasıl uygulanacağı pek açık değildir (Pais, 1991). Bohr' un modeli -sınırlılıklarına rağmen- kimyada atomların nasıl etkileşime girdiklerini ve molekülleri oluşturduklarını gösterebildiği için başarılıdır. Kimyasal reaksiyonlar atomlar arasında elektron paylaşımı veya değişimi olarak açıklanmaktadır.

Thomson atom modelinde elektronlar çekirdekte bulunduğu için hareket edemediğini, Rutherford ise elektronların durgun olamayacağını söylemiştir. Atomik yapı problemi ilgisini çekmiş olan Niels Bohr (1885-1962), klasik fiziğin bazı kurallarını bırakarak ve onun yerine atomik yapı problemine Max Planck'ın ve Albert Einstein'in kuantum kuramını uygulamıştır. Kısaca, çekirdek etrafındaki yörüngelerdeki elektronların ışık yaymadıklarını ve atomların yaydığı ışığın bir

başka fiziksel yapının sonucu olduğunu varsaymıştır. Bohr, Planck'ın enerjinin kuantlaşması fikrinin, elektronlar için ancak belli yörüngelerde mümkün olduğu anlamına geldiğini göstermiştir. Atomların kararlılığını açıklamak için Bohr, yörüngedeki elektronun onun altına düşmeyeceği en düşük enerjili yörünge konusunda bir önermede bulunmuştur: *bir elektron daha yüksek bir yörüngeden, daha alçağına düşerken, böylece enerji kaybederken, bu elektronu taşıyan atom ışık yayar, bu da kaybedilen enerjiyi taşır.* Belli elektron yörüngelerine izin verildiği için, elektronların yörüngeler arasında yalnız belli sıçramalar olabilmektedir ve yayılan ışığın enerjisi kuantlaşır. Işığın enerjisi rengi ile bağlantılı olduğu için, atomlar tarafından ancak belli renklerde ışık yayılabilir (Pais, 1991). Bu şekilde Bohr'un atom modeli, spektrum çizgilerinin varlığını açıklamaktadır. Bir elektron, atomdaki yörüngelerde sıçrarken, belli bir titreşimi veya rengi olan ışık yayılması olur. Bu da kesintili ışık tayfının kaynağıdır. Bohr fikirlerini, en basit atoma, hidrojene uygulamıştır. Basit bir atom incelemek avantajlıdır, çünkü elektronun izin verilen yörüngeleri kesin olarak hesaplanabilir. Bu nedenle de hidrojenden çıkan ışık tayfi belirlenebilir. Hidrojen atomuna uygulandığı kadarıyla Bohr kuramının temel fikirleri şöyledir:

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

Bohr'un teorik atom modeline dayanan hidrojen ışık tayfi ile ilgili hesapları, deneysel olarak gözlemlenmiş olan tayfa uygundur. Bu durum, fikirlerinin doğru çıktığı anlamına gelmektedir. Bilimde atomların kuantum yapısına ilk başarılı adımını atmıştır, insan zihninin yeni bir ortamı, bu durumda maddenin atomik

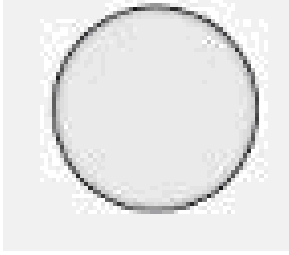
yapısını kavrama konusundaki eski kapasitesi yine güçlü şekilde desteklenmiştir. Ancak, her büyük bilimsel ilerleme gibi, Bohr'un modeli pek çok yeni soruya, daha önce sorulamayan sorulara yol açmıştır. Bohr kendi modelinin eksikliklerinin giderilmesi ile ilgili süreçte de önemli bir rol üstlenmiştir. Bohr'un 'Tamamlayıcılık İlkesi'nin (The Principle of Complementarity) kuantum teorisi ve bu teorinin felsefi irdelemesinde önemli bir yeri vardır (Bohm, 1962). Bohr'un bu ilkeyi açıklarken gözlemciye verdiği rol, klasik fiziğin gözlemciyi, olgulara etki etmeyen, olgulardan bağımsız bir şekilde vazifesini yürüten kişi olarak tarifinden çok farklıdır.

1.3.5 Modern Atom Modeli

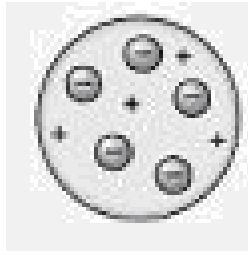
Şu anda bilim çevreleri tarafından kabul edilen ve kullanılan atom modeli Modern atom modelidir. Modern atom modeline göre elektronlar çok küçük tanecikler oldukları için yerleri kesin olarak bilinemez. Elektronların buldukları yerler tam olarak bilinmediği için elektronların bulunma ihtimalinin yüksek olduğu bölgeler bulunmaktadır ve bu bölgelere orbital adı verilir. Bir orbitalde en fazla iki elektron bulunabilir ve orbitaller s, p, d, f orbitalleri olarak gruplandırılmaktadır.

Modern atom modeli, bütünüyle kuantum kuramını temel almaktadır. Elektron, bulunduğu zaman tümüyle bir *parçacık* olarak düşünülmesine rağmen, aynı zamanda bir *dalga* özelliği taşıdığı anlaşılmıştır. Niels Bohr, elektronların her enerjisi değil, belirli enerjileri alabildiğini benimseyerek yeni atom kuramını geliştirmiş, çok elektronlu atomların karmaşık tayf çizgilerini ise açıklayamamıştır. Bir elektrik alan, bir atomun tayf çizgilerini, değişik frekanslarda, birkaç çizgiye daha ayırır (Stark Olayı). Bu da Bohr kuramı için bir bilinmezlik oluşturmuştur. Atomların ışınması bir manyetik alan içinde incelendiği zaman oluşan tayf çizgilerinin her birinin bir kaç çizgiye ayrılması olayına "yarılma" denir. Çizgilerin ayrıklığı manyetik alanın şiddetine bağlıdır. Bir manyetik alanda tayf çizgilerinin yarılması olayını 1896'da Hollandalı fizikçi Pieter Zeeman (1865-1943) keşfetmiştir (Clarke, 2001).

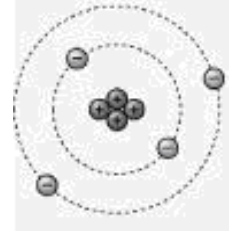
Dalton Atom Modeli



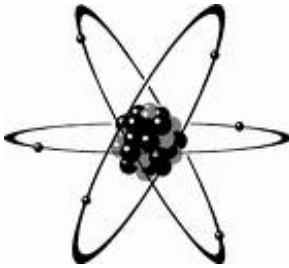
Thomson Atom Modeli



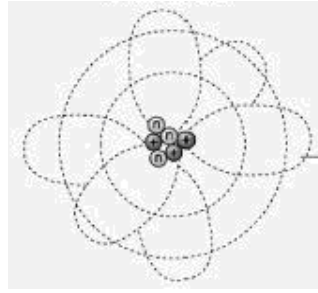
Rutherford Atom Modeli



Bohr Atom Modeli



Modern Atom Modeli



Elektron Bulutu

Şekil 1 Tarihsel Gelişim Sürecinde Atom Modelleri.

1.3.5.1 Modern Atom Kuramının Temeli

Louis de Broglie (1924), birbirinden ayrılmış gibi duran iki eşitliği, Planck eşitliği ($E=hf$) ile Einstein eşitliğini ($E=mc^2$), birleştirerek her parçacığın bir dalga özelliği taşıması gerektiğini açıklamıştır.

Dalga denklemine göre, hidrojen atomunda elektronun konumu kuantalı değildir. Bu sebeple; elektronun çekirdek civarında, birim hacim başına belli bir bulunma olasılığının düşünülmesi gerekir. Fakat öngörülebilir hiçbir konumda, hatta klasik anlamda yörünge söz konusu değildir. Bu olasılıkçı söylem, hidrojen atomu üzerinde yapılan deneylerin, atomun bir bütün elektron içermekte olduğunu göstermesi gerçeği ile çelişmez. Olasılık, elektronun *bulunması* ile ilgilidir ve her ne kadar bu olasılık uzayda dağılmış ise de elektronun kendisi dağılmış demek değildir. Madde dalgalarının gerçek dalgalar değil, dalga genliğinin karesiyle belirlenen olasılıkçı yorumunu Max Born yapmıştır. Ancak Schrödinger (1926) ve Einstein bu yoruma katılmamıştır. Geçen zaman Bohr'u haklı çıkarmıştır (Wessels, 1989).

Elektronun atom içindeki yerini ışık kullanarak belirleyebiliriz. Belli dalga boyu olan bir ışıkla aydınlattığımız zaman, o dalga boyundan daha küçük ayrıntıları seçemeyiz. Bu iyi bilinen bir olgudur. Elektronun yerini “görmek” istediğimizde “gördüğümüz yer”, onun gerçek yeri değil de “fotonla itildiği yer” olacaktır. Burada kullanılan ışığın dalga boyu düzeyinde bir belirsizlik vardır. Bu belirsizlik, hiçbir zaman sıfıra indirilemeyecektir. Benzer sorun elektronun hızını ve ona bağlı olan momentumunu belirlemede de karşımıza çıkmaktadır. Elektronun yeri ve momentumu asla tam bir kesinlikle belirlenemez. Bu konuda olasılık düzeyinde konuşulabilir. Elektronun çekirdek çevresinde bulunabileceği olası bölgeler bilinebilir. Elektronun olası ve ortalama hızı ve dolayısıyla momentumu bilinebilir.

Orbital, matematiksel bir fonksiyon olmakla birlikte, fiziksel bir anlama da sahiptir. Elektronu tanecik olarak düşünürsek orbital, atom içerisinde elektronun “bulunma olasılığı yüksek bir bölgeyi” simgeler. Elektron bir maddesel dalga olarak düşünülürse, orbital elektron yük yoğunluğu yüksek olan bölgeyi gösterir. Elektron “tanecik” olarak kabul edildiğinde, elektronun belirli noktalarda bulunma olasılığından; elektron “dalga” olarak kabul edildiğinde ise, elektron yük yoğunluğundan söz edilebilir.

Max Planck’ın 1900 yılında, radyasyonun, ‘kuanta’ dediği paketler halinde yayıldığını veya emildiğini göstermesi kuantum teorisine giden yolda ilk adım olarak kabul edilir (Achinstejn, , 2001). Kuantum teorisine giden yolda ikinci önemli adımı Einstein atmıştır. 1905 yılında Einstein, Planck’ın çalışmasından yola çıkarak ışıktaki enerjinin ‘kuanta’ veya ‘foton’ denilen paketler halinde taşındığını ileri sürmüştür (Aktaş, 2001). Planck’ın bulgusundan 5 yıl sonra A.Einstein fotoelektrik etki olarak bilinen fizik olayını açıklamıştır. Einstein’ e göre ışıklı parçacıklar, frekanslarıyla orantılı olarak enerji taşır ve bu enerji metallerin elektronlarına aktarılabilir. Böylece vakum ortamda, ışık yoluyla metalden kolayca elektron alınabilir, elektrik akımı iletilebilir. Işığın frekansının büyüklüğüne bağlı olarak metalden elektron sökülmesi ancak ışığın tanecik şeklinde düşünülmesiyle mümkündür (Ellis, 2001).

Sonuç olarak, şu ana kadar ortaya konan atom modelleri özetlenecek olursa, 1906'da, Rutherford atomun yapısının araştırmak amacıyla yaptığı deneylerde, atomun Güneş Sistemi benzeri bir yapıda olduğunu ve merkezde (+) artı yüklü bir çekirdekle bu çekirdeği çevreleyen (-) eksi yüklü elektronlardan oluştuğunu gözlemiştir. Fakat bu şekilde açıklanmış bir atomda elektronların hareketi, klasik hareket denklemleriyle çelişmektedir. Çünkü bu durumda çekirdeğin çevresinde dolanan bir elektron, eninde sonunda çekirdeğe düşmelidir. Bu sorunu araştıran Bohr elektronlar için atom çekirdeği etrafında belirli çembersel yörüngeler olduğunu öngörmüştür. Bundan hareketle, açısal momentumun kuantalı büyüklük olduğunu, Planck sabitinin (h), $2n$ 'ye bölümünün tam katları şeklinde yörüngeler düşünmüştür. Kararlı yörüngedeki elektron bu yörüngeyi ancak enerji vererek ya da enerji alarak terk edebilir. Bu geçişlerde enerjisi " hf " ile verilen fotonlar ışımakta ya da soğurulmaktadır. Bu ifade de fotoelektrik olaydaki gibi kuantalı enerjiyi ön görür (h : Planck sabiti; f : ışığın frekansı) (Pais, 1991). Okullarda, geçerli atom teorisi olarak işlenen, Bohr'un bu bulgusu da kuantumluluk tezini desteklemektedir. Bohr'un atom teorisinin sonraları hidrojen ve hidrojen benzeri (son yörüngesinde bir elektron taşıyan) sistemler için geçerli olduğu gözlenmiştir.

Atom teorisiyle ilgili bu gelişmeler sürerken 1922'de Amerikalı fizikçi Compton, x ışınları üzerine yaptığı incelemelerde; " hf " enerjili olarak düşünülen fotonların serbest elektronlara çarpıtılmasıyla bu ışınların " hf/c momentumlu olarak elektronlarla etkileştiğini, çarpışmadan sonra açığa çıkan ışının frekansının daha küçük olduğunu tespit etmiştir. Bu da kuantumluluk hipotezine bir doğrulama getirmiş, teorisinin tanımını genişlemiştir.

W. Heisenberg, M. Born ve P. Jordan ile birlikte çok elektronlu atomların açıklanması bağlamında "matris mekaniği" teorisini ortaya atmıştır. Yine, L. de Broglie, Heisenberg'in fikirlerini de destekleyerek yeni bir atom anlayışı gündeme getirmiştir: Elektronlar bir tanecik olarak değil fakat dalga olarak yorumlanmalıdır. Böylece, çekirdeğin çevresinde dolanan her tam dalga ancak belli bir yörüngeye denk gelmekte ve neden elektronların belirli yörüngelerde dolandığı bütünüyle açığa çıkmaktadır. Bohr'un farkında olmadan teorisinde söz ettiği belirli yörüngeler çıkarımı böylece doğrulanmıştır. Bu durumda enerjinin kuantumlu olmasına ek

olarak çizgisel momentum gibi açısal momentumun da kuantumlu bir büyüklük olabileceği resmen ispatlanmıştır.

1926'da E.Schrödinger, de Broglie tarafından yorumlanan dalga teorisini tanımlayan dalga denklemini makaleler halinde açıklamıştır. Fizikte, bir kuramın anlaşılabilirliği, gözlenebilirliği ve uygulanabilirliği çok önemlidir. Bu nitelikleri taşıyan dalga denklemi ve dalga görüşü fizikçiler arasında çabuk kabul görmüştür. Öte yandan, nasıl olup bu dalgaların tanecik gibi, Geiger sayacında tıklamalar oluşturduğu bir sorun teşkil etmektedir. Bohr, bu problemi elektronların dalga şeklinde nitelendirilmesinin ancak soyut olarak geçerli olabileceği fikrini ortaya atarak, çalışmalarda gerektiğinde dalga özelliğinin gerektiğinde de tanecik özelliğinin kullanılması gerektiğinin altını çizerek çözümlenmiştir.

1.3.5.2 Kuantum Teorisinin Felsefesi

Ünlü kuramcı Bohr, "Kuantum teorisiyle şok olmayan kimse, onu anlamamıştır" der. Gerçekten de matematiksel olarak açık bir şekilde ifade edilmesine karşın bu teorinin felsefi alanda yorumlanması ve oluşturduğu problemlerin çözülmesi zordur.

Kuantum teorisi bilime ve doğaya farklı bir bakış açısı getirmiştir. Öncelikle klasik fiziğin felsefi dayanaklarına bakarsak:

- ✓ Klasik fizikte, bir cismin hızı, ivmesi, enerji ifadeleri gibi tüm nicelikler cismin konumunun zamana göre diferansiyelleri ile ifade edilir.
- ✓ Momentum, enerji gibi fiziksel büyüklüklerin bütünü olarak ele alınmaktadır.
- ✓ İrdelenen olaylar belli bir kesinlik, belirlilik taşır ve istenilen doğrulukta ve aynı anda bütün fiziksel büyüklükler ölçülebilir.
- ✓ Evrenin geçmişinde oluşan olaylar incelenerek, geleceğe ilişkin bir yordama yapılabilir. Gözlem ve deneylerde küçük hatalar çıkabilme ihtimaline karşın tahminler büyük ölçüde doğrulanır.
- ✓ Klasik fizik ile incelenen her sistem ya da olay birbirinden bağımsız olarak düşünülür.

- ✓ Klasik olarak incelenen olay, gözlemci ve kullanılan deney aleti ile değişiklik göstermez.

Kuantum görüşünün kabul edilen temel gerçekleri ise:

- ✓ Olayların incelenmesinde kompleks yapıda ve bir olasılık denklemi olan Schrödinger dalga denklemi kullanılır. Bu denklemden dalga fonksiyonu bulunup işlemlerde konarak, konum, momentum ve diğer nicelikler elde edilir.
- ✓ Fiziksel nicelikler kesikli parçalı yapıda ele alınır.
- ✓ Kuantum teorisi fiziğe kuşku götürmez bir biçimde belirsizlik olgusunu getirmiştir.
- ✓ Parçacıklar söz konusu olduğunda her büyüklük olasılıklarla belirlenir ve gelecekle ilgili tahminler olasılıklara dayanarak yapılabilir.
- ✓ Birbiriyle hiç iletişim olanağı bulunmayan iki varlık arasında "bağlılık veya ilişki" görülebilir.
- ✓ Kuantumda; gözlemci, gözlenen ve gözlem aleti birbiriyle bir bütünlük oluşturur. Bunlar birbirlerinden ayrı düşünülemez.

Görüldüğü gibi klasik fizik ile kuantumcu düşünce birbirinden birçok noktada farklılık gösterir. Bu farklılıklar göz önüne alınarak şu yorumlar yapılabilir:

- ✓ Kuantum teorisinin önemli buluşlarından birisi belirsizlik bağıntısıdır. 1927'de Heisenberg tarafından ortaya konulan bu bağıntıya göre mikro boyutta tanımlı bir parçacığın, eş zamanlı olarak konum ve momentumunun tespit edilmesi en az Planck sabiti (h) kadar bir hata içerir. Aynı olgu eşzamanlı olarak, parçacığın enerjisi ile bu enerjiyi taşıdığı zaman için de söz konusudur. Örneğin bir elektronun bulunduğu uzayda konumunun tespiti için, elektronun üstüne büyük frekansta ışık göndermeliyiz. Aksi halde elektronu gözlemleyemeyiz. Bu durumda yüksek frekanslı ışık elektronun konumunu belirler. Ancak elektrona bir hız verir. Dolayısıyla konumun belirlenmesiyle beraber parçacığın hızını ve momentumunu yitirmiş oluruz. Aksine; elektronun momentumunu

belirlemek için küçük frekanslı ışık kullanırız, bu durumda da konum belirlenemez.

✓ İkinci önemli bulgu da “dalga/parçacık dualite”dir. Huygens’ten beri ışığın kırınım ve girişim yaptığı bilinmektedir. Yarım bardak suya sokulan bir kalemin kırık olarak algılandığı görülür. Bu gibi olaylar ancak dalga modeliyle açıklanabilir. Einstein’ın fotoelektrik olayını açıklamasından sonra ışığın parçacıklı yapıda olduğu bulunmuştur. Yine ışığın cisimler üzerine uyguladığı anlık basınçlar ve Geiger sayacında göstermiş olduğu etkiler bunu destekler. Bohr, "Işığın dalgacık mı tanecik mi olduğunu belirlenmesi ancak gözlemcinin sorduğu soruya göre cevaplanabilir" diyerek gözlemcinin de vazgeçilmez biçimde teoride yerini alması gerektiğini belirtir.

Amerikalı J.Davisson ve L.Germer adlı bilim adamları elektronların da hızlı olarak bir kristal katıya çarptırıldıklarında dalga özelliği gösterebileceğini bulmuştur. Böylece dualite yalnızca ışık (elektromagnetik dalga) için değil aynı zamanda maddesel parçacıklar için de geçerlidir. Bu da Broglie’nin öne sürdüğü elektronlar için dalga yapısının deneysel bir ispatıdır.

Diğer önemli yenilik ise olasılık kavramıdır. Bir parçacığın bir uzay bölgesinde bulunması ancak olasılıklarla bellidir. Parçacığın konumu için kesin koordinatlar verilemez. Born bu düşünceden hareketle Schrödinger’in ortaya attığı dalga fonksiyonunu yorumlamış ve bu kompleks fonksiyon için, uzayda bir noktada belli bir anda hesaplanan dalganın genliğinin karesinin, parçacığın o noktada o anda bulunması olasılığını verdiğini belirtmiştir.

PROBLEM DURUMU:

Bir kavramı oluşturma tamamen yeni baştan öğrenmeyi içermez. Öğrenme çoğu zaman önceden var olan kavramın yeni duruma aktarılması ile gerçekleşir. Bu aktarılmada öğretmenler, öğrencileri anlamaya güdülemeli, yeni kavramları oluşturmalarında, kavram yanlışlarını düzeltmelerinde ve öğrenme sürecine etkin olarak katılmalarında kritik rol oynamalıdır (Oğuz, 2007).

Fen eğitimi alanında değişik kavramlarla ilgili anlama seviyelerinin tespitine yönelik olarak yapılan çalışmalar, öğrencilerin çoğu konularda sahip oldukları kavramların bilimsel olarak kabul edilenden farklı olduğunu göstermektedir (Peterson ve Treagust, 1989). Literatürde bu farklı fikirleri adlandırmak için yanlış anlama, yanlış kavrama, alternatif kavrama, alternatif çatı gibi değişik isimler kullanılsa da (Özmen, 2004), bu çalışma kapsamında öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilenden farklı olan fikir veya inançlarını ifade etmek için yanlış kelimesi kullanılmaktadır. Araştırmalar öğrenci yanlışlarının sebepleri arasında;

- ❖ Kavramların soyut özellikte olmaları,
- ❖ Öğretilecek konularla ilgili olarak öğrencilerin ön bilgilerini bilinmemesi,
- ❖ Yanlışlar belirlenmeden derse başlanması,
- ❖ Kavram öğretimi sürecinde ve sonunda öğrencilerin geliştirdikleri alternatif düşüncelerin yeterince irdelenmeyişi,
- ❖ Kavramların geleneksel yöntemlerle öğretilmesi,
- ❖ Kullanılan dil,
- ❖ Ders kitapları,
- ❖ Öğretmenin yetersizliği olarak belirtilmektedir (Benson, 1993; Ülgen, 1998; Del Pozo, 2001).

Atomun ve atom kuramının bugüne nasıl geldiğini göstermek ve bu doğrultuda modern kimyanın bakış açısı içinden atomun ve atom kuramının ne olduğunu incelenmesi son derece önemlidir. Bu çerçevede modern bilimin atom kuramının kurucusu olarak sunduğu Leukippos, Democritos ve diğer Atomculara ve onların görüşlerine yer verilmesi, sadece tarihsel süreci görebilmemiz açısından

değil, aynı zamanda atom kurama ait temel kavramları anlayabilmemiz açısından da yararlı olacaktır. Öte yandan farklı felsefelerin Atom Kuramı'na bakışlarındaki benzerlik atom kavramının epistemolojisini anlamak için ilginç ipuçları vermektedir.

Araştırmanın kapsamı içinde atomun bugünkü konumuna gelene kadar hangi aşamalardan geçildiğini ve şu anda insanlık için ne anlama geldiğinin ortaya konması önemli bir yer tutmaktadır.

Araştırmalar, öğrencilerin sınıf ortamına getirdikleri ön bilgilerin bazen hatalı olabildiğini ve hatalı ön bilgilerin ise bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilere ulaşmasını engellediğini veya zorlaştırdığını göstermektedir (Griffiths ve Preston, 1992).

Bu durum, öğrencilerin değişik kavramlarla ilgili sahip oldukları bilgilerin araştırılmasını zorunlu hale getirmektedir. Fen grubu derslerinin öğretiminde öğrenciler tarafından kazanılan bilgilerin devamlılığını sağlamanın yanı sıra, kavramlar ve alt kavramlar arasındaki ilişkilerin gelişimi sürecinde öğrencilerin anlama seviyelerine ve farklı algılamalarına göre onlara yardımcı olacak eğitsel stratejilerin geliştirilmesi de amaçlanır (Ward ve Herron, 1980). Bunun sağlanabilmesi için; öğrencilerin kavramlar hakkındaki mevcut bilgi birikimlerinin ve kavramları oluşturdukları bilişsel yapılarının ortaya çıkarılması gerekmektedir (Ebenezer ve Fraser, 2001).

Son olarak ortaöğretim Kimya müfredat programı incelenmiştir. Atom konusu Fen bilimlerinde pek çok konunun öğrenilmesi için bir basamak olarak düşünülebilir. Atomun doğru bir şekilde öğrenilmesi sonraki öğrenmeleri kolaylaştırır. Tarihsel gelişim sürecinde atom modelleri ilköğretim 7. sınıf ve ortaöğretim 10. sınıf müfredatı kapsamında öğretilmektedir. Dahası araştırmanın evrenini oluşturan öğrenciler Fen alanlarında eğitim gördükleri için atom konusu ile üniversite eğitimleri süresinde de karşılaşmışlardır. Daha önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalarda, öğrencilerin atoma dair pek çok yanlışlığa sahip olduğu belirlenmiştir. Atomun tarihsel gelişiminin daha detaylı olarak öğretilmesi bu sorunu çözümü için uygun bir yol gibi görülebilir. Fakat yinede öğrencilerin yanlışlığa düşmelerinin önüne geçilememektedir.

AMAÇ VE ÖNEM:

Ortaöğretim kurumlarında uygulanan, eğitimin niteliğini etkileyen Kimya müfredat programlarında çevremizi oluşturan maddelerin yapılarını, özelliklerini belirleyen “atom” konusu aynı zamanda kimya biliminin temel taşı olan konuların en önemlisidir.

Öğretim sistemleri değişirken kimya programlarının ve içeriklerinin nasıl değiştiğinin, kimya programlarının çağın ilerlemesine ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak gelişip gelişmediğinin, sistemlerin değişmesi esnasında içeriklerdeki eksik ve eskimiş bilgilerin yeni bilgiler ile zenginleşip zenginleştirilmediğinin saptanması atom konusu temel alınarak anlamlı biçimde incelenebilir.

Klasik müfredat, atom konusunu incelerken daha çok genel prensipleri öğretmeyi hedeflemektedir. Öğrenciyi düşündüren ve yaratıcılığını artıran güdüler ihmal edilmektedir. Düz anlatım ön plana çıkmaktadır. Soyut ve kavranması güç olan atom konusunun öğretilmesi bu yöntem ile zordur ve öğrenciyi ezberle sevk etmektedir. (Seçken ve diğerleri 1999).

Modern müfredat programlarında atom konusu biraz daha detaylı incelenmesine rağmen bu müfredat programlarında okutulan ders kitaplarında öğrenci için yeterli pekiştireçler verilmemektedir. Ancak görsel olarak öğretim klasik müfredata oranla daha ön plana çıkarılmıştır. Ders Geçme ve Kredili Sistem’de Atom konusu iki dönemde daha detaylı şekilde incelenmektedir. Atom, gerçek hayat ile ilişkilendirilmeye çalışılmakta, öğrenciye atom kavramının kavratılması için kullanılan üç boyutlu şekillerden yararlanılmaktadır (Seçken ve diğerleri 1999).

Atom konusu öğrenciye anlatılırken öğrenci ezbercilikten kurtarılmaya çalışılmalıdır. Bu konudaki kavram yanlışları bir yandan, öğrencilerin maddenin yapısını tanecik modeli açısından algılamada ve tasavvur etmelerindeki güçlükten, öte yandan kimi yanlış kavramların gündelik yaşamdaki anlamları ile bilimsel anlamlarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle atom kavramının tarihsel gelişim sürecinin incelenmesi ve buna bağlı olarak zihinde oluşmuş kavram yanlışlarının tespiti son derece önemlidir.

Atom Modellerinin tarihsel gelişim sürecinde, atomla ilgili epistemolojik kaynaklı yanlışların oluşumuna yönelik biçimde incelenmesi bu alanda önemli bir yenilik olacaktır. Ayrıca fen alanı öğretmen adaylarının zihinlerindeki atom modelinin belirlenmesi soyut bir kavram olan atomu öğretecek kişilerde ön yargıların ve kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili bir araç olacaktır.

Kimya, biyoloji ve fizik derslerinde birçok konunun anlaşılmasında atom konusunun doğru olarak öğrenilmesi son derece önemlidir. Bu derece önemli bir konuda öğrencilerin; atom ve yapısını nasıl algıladıkları, bu konudaki kavramlar arasındaki bağlantıları nasıl kurduklarını bilmek ve eğer bu konuda güçlük çekiliyorsa bunu öğrenmek, fen öğretiminde başarıyı artırır.

Atom kavramının ve atom kuramının geçmişten günümüze nasıl geldiğinin öğretilmesi öğrencide bilimsel süreç becerilerinin gelişmesini sağlayacaktır. Öte yandan atom modellerinin ve kuramının modern kimyanın bakış açısı penceresinden ele alınarak en doğru ve geçerli bilgiye ulaşma mekanizması incelenebilir. Bu çerçevede modern bilimin atom kuramının kurucusu olarak sunduğu Leucippus, Democritos ve diğer Atomculara ve onların görüşlerine yer verilmesi, sadece tarihsel süreci görebilmemiz açısından değil, aynı zamanda atom modellerinin temel kavramlarını algılayabilmemiz açısından da yararlı olacaktır.

Araştırmanın kapsamı içinde atomun bugünkü konumuna gelene kadar hangi aşamalardan geçildiğini ve şu anda insanlık için ne anlama geldiğinin ortaya konması önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada öğrencilerin atom modellerine dair bilgileri araştırılmış, onların zihinlerinde atom modeli ile daha önceki öğrendikleri atom kavramı arasında nasıl bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca analogi (benzeşim) ve epistemoloji yönleriyle öğrencilerin atomu zihinlerinde nasıl canlandırdıkları keşfedilmeye çalışılmıştır.

ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ:

Bu araştırmanın problemi; fen alanlarında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modelinin incelenmesidir. Öğrencilerin zihinlerindeki atom modelinin, atom kavramının tarihsel gelişim süreci ve epistemolojisi ile kıyaslanarak, benzerlik ve farklarının belirlenmesidir.

Alt Problemler:

- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin çizimleri ile öğrenim dalları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin betimlemeleri ile öğrenim dalları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin Hidrojen atomu ile ilgili düşünceleri ile öğrenim dalları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri ile öğrenim dalları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin çizimleri ile eğitim gördükleri sınıflar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin betimlemeleri eğitim gördükleri sınıflar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin Hidrojen atomu ile ilgili düşünceleri ile eğitim gördükleri sınıflar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri ile eğitim gördükleri sınıflar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

SAYILTILAR:

Bu araştırmada; çalışmada yer alan ğrencilerin;

- ✓ Gerek anket çalışmasında, gerekse mülakatlar öncesinde “atom” kavramına dair hiçbir ön hazırlık yapmadıkları,
- ✓ Sorulara cevap verirken gerçek düşüncelerini ifade ettikleri,
- ✓ çalışmaya kendi istekleri doğrultusunda katıldıkları varsayılmaktadır.

SINIRLILIKLAR:

- ✓ Bu alışma sadece 2007-2008 eğitim-ğretim yılı fen alanlarında öğrenim gören Eğitim Fakültesi I. ve IV. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir.
- ✓ Bu alışma Kimya müfredatında yer alan Elementler ve Bileşikler konusundan “Atom” konusu ile sınırlıdır.
- ✓ Bu alışma 295 ğrenci ile sınırlıdır.
- ✓ Araştırma İzmir İli Buca İlçesindeki Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Fakültesinde ğrenim gören Kimya ğretmenliği, Fizik ğretmenliği ve Fen Bilgisi ğretmenliği ğrencilerinin katılımıyla sınırlıdır.

TANIMLAR:

Atom Modeli: Atomun yapısını hedef alan ve atom kavramının bilimsel süreç içerisine girmesinden başlayarak Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr ve Modern Atom modelleridir. Bu modellerin kıyaslamalı olarak ve ardışık biçimde gelişmesi, gelişme nedenlerinin analiz edilmesidir.

Epistemoloji: bilginin doğası, kaynakları, tarihsel gelişim süreci ve sınırları ile ilgilenen felsefe alanıdır.

Epistemolojik analiz: Bilginin doğası, tarihsel gelişim süreci ile ilgili olan analizdir.

BÖLÜM II

İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR

Fen eğitiminde kavram yanlışları üzerine yapılan çalışmalar 1980’li yıllardan bu yana artış göstermiştir. Temel kavramlar üzerine yapılan çalışmalarda, uygulanan testler ve yapılan mülakatlar aracılığıyla kavram taraması yapılmış, öğrencilerin bu kavramlar hakkındaki düşüncelerinin ortaya çıkarılması hedeflenmektedir. Araştırmalarda izlenen yol, olaylara öğrencilerin gözüyle bakabilme olanağı sağlamaktadır. Bu sayede; öğrencilerin hangi kavramları anlamada güçlük çektikleri, hangi kavramları bilmedikleri ya da az bildikleri, hangi kavramları yanlış öğrendikleri tespit edilebilir (Kaya, 2002).

Kavram yanlışsı ve yanlış kavrama terimleri birbirinden oldukça farklı anlamlara gelmektedir. Öğrenciler genellikle yanlış kavramlara ısrarla ve inatla bağlılık gösterirler, vazgeçmeleri kolay değildir. Bu sebeple yanlış kavramalar, öğrencilerin kendileri tarafından kabul edilen bir kavramla açıklandığı zaman farkına vardıkları “yanlış”lardan ayrılır (Schmidt, 1997). Nordland ve arkadaşları (1985), kavram yanlışsını “bilimsel uzlaşmayla kabul edilen kavramdan sapan herhangi bir kavramsal fikir” olarak tanımlamaktadır. Öğrencinin sahip olduğu kavram yanlışları, bu kavramlarla ilgili daha ileride öğrenecekleri bilgilere engel olacaktır. Öğrencilerin alternatif kavramalarında inatlaşmalarının sebebi, bu kavramaların onların zihinlerinde bir kavram zinciri oluşturmalarıdır. Bu sayede kendi problemlerini kendilerince çözerler. Öğrenciler bu kavramları değiştirmek için yeni şeyler öğrenmek durumunda kalacak bu da daha fazla çaba sarf etmelerine neden olacaktır.

Madde kavramıyla ilgili alternatif kavramlarla ilgili yapılan çalışmalar, bu konuyla ilgili yanlış anlaşılmanın, öğrencilerin atom ve molekül kavramları ile ilgili kavram yanlışlarından kaynaklandığını göstermektedir. Maddenin yapısı ile ilgili öğrencilere öğretilen atom, molekül, parçacık, çekirdek vb. pek çok kavram bulunmaktadır. Öğrencilere bu kavramların birbirleriyle olan ilişkileri anlatılırken yeterince açıklama yapılmamaktadır. Bu da kavramların karışmasına neden olmaktadır (Osborne ve Freyberg, 1985).

Mary B. Nakleh (1992) bir çalışmasında 1992 yılına kadar kimya eğitiminde kavram yanlışları üzerine yapılan araştırmaları ve tespit edilen kavram yanlışlarını özetlemiştir. Öğrencilerin kimyayla ilgili kavramları anlamak için çaba göstermelerine rağmen başarı gösteremediklerini belirlemiş ve araştırmacıların bu sorunun çözümüne yardımcı olmak amacıyla öğrencilerin kavramsal Kimya bilgisini araştırmaları gerektiğini belirtmiştir.

Kavram yanlışları üzerine yapılan araştırmaların büyük çoğunluğunda öğrencilerden kaynaklanan problemlerden bahsedilir. Bunun aksi de mümkündür. Öğrencinin bilgiye ulaşırken kullandığı kaynak da hatalı bilgiler içerebilir. Kavram yanlışları üzerine yapılan bir araştırmada, “mutlak sıfır” kavramının bazı kimya kitaplarında yanlış olarak verildiği belirlenmiştir. Yanlış bilginin; yazarlardan öğretim elemanlarına, onlardan öğretmen adaylarına ya da üniversite öğrencilerine zincirleme olarak geçebileceği ortaya konulmuştur (Sarıkaya, 1995; Aktaran: Gündüz, 2001).

2.1 MADDENİN TANECİKLİ YAPISINDAN KAYNAKLANAN YANILGILAR ÜZERİNE İNCELENEN ÇALIŞMALAR:

Maddenin tanecikli, hareketli ve boşluklu doğasıyla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi üzerine birçok çalışma bulunmasına karşın, bu kavramların nasıl öğretilmesi gerektiği konusunda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Mevcut çalışmalar da genellikle atom ve atomik yapının kavratılması için aktivitelere dayalı öğretim stratejilerinin geliştirilmesi üzerinedir. Novick ve Nussbaum (1978) bir çalışmalarında, öğrencilerin madde ve maddenin tanecikli yapısıyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Bu yanlışlar öğrencilerin maddeyi fiziksel olarak gözlemledikleri, tanecikli yapı ile bağdaştıramadıkları, okulda karşılaştıkları modellerin özelliklerini önceki bilgileriyle bütünleştirememelerinden kaynaklanmaktadır. Öğrenciler günlük hayatta karşılaştıkları her şeyi olduğu gibi algılarlar ve zihinlerinde yorumlarlar. Bu sebeple maddenin bütünsel yapısını gören ve zihninde böyle şekillendiren öğrenci, maddenin tanecikli yapısına geçişte zorlanmaktadır.

Renström ve arkadaşları (1990), İsviçre'de 13-16 yaş grubundaki öğrencilerde madde ve maddenin tanecikli, boşluklu ve hareketli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarını tespit etmeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla, 20 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde, bir bölümünün maddenin tanecikli yapısını anlamadığı, maddeyi bütün olarak düşündüğü belirlenmiştir. Bazı öğrencilerde atomun üzümlü keke benzediğini düşünmektedir. Çalışmaya katılan bazı öğrenciler ise atom, molekül, iyon, kavramlarını kullanmalarına rağmen bu kavramların neler olduğuna dair zihinlerinde bir model yoktur.

Zwi ve arkadaşları (1986), İsrail'de 10. sınıfta öğrenim gören öğrencilerle madde ve maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi için bir araştırma yürütmüşlerdir. Öğrencilerde var olan atom, molekül ve iyona dair alternatif kavramlar bütün kimya konularının öğrenilmesini etkilemektedir. Bu düşünceden hareketle araştırmacılar kavram yanlışlarının giderilmesi üzerine çalışmışlardır. Araştırma 3 aşamadan oluşmuştur:

- ✓ Atom kavramıyla ilgili çocuklarda var olan kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak teşhis testinin uygulanması,
- ✓ Bu kavram yanlışlarını düzeltileceği ve daha iyi öğrenmeyi sağlayacak bir öğretim programının uygulanması,
- ✓ Uygulanan öğretim programının değerlendirilmesi

Araştırmanın sonunda öğrencilerin atom ve molekül terimlerini doğru bir şekilde kullandıklarının gözlenmesine rağmen, bu terimleri maddenin tanecikli yapısı ile ilişkilendiremedikleri belirlenmiştir.

2.2 ATOM KAVRAMI ÜZERİNE İNCELENEN ÇALIŞMALAR:

Atom teorisi veya maddenin yapısı Fen eğitiminde temel bir kavramdır. Park ve Light (2009), bu yaklaşımdan hareketle, Fen bilimlerinde atom yapısını özellikle gelişmiş kuantum mekaniği, spektroskopi, bağlar teorisi ve benzeri alanlar için potansiyel bir eşik kavram olarak düşünülmektedir. Öğrencilerin anlamasına engel olan eşik kavramlarının doğasının ve yapısının belirlenmesi, atomik yapının zahmetliliğinin analiz edilmesi, öğrencilerin öğrenme güçlüklerini anlayabilmek için ve nasıl ele alınması gerektiğine ilişkin değerli bilgiler sağlar. Müfredat geliştirme ve öğretiminde eşik kavramları göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışma, öğrenme engellerini daha iyi anlayabilmek için atom kavramının sorunlu doğası araştırmıştır. Öğrencilerin konuyu anlamasına engel olan eşik kavramlarını tespit etmek için, koleje hazırlık kimya kursuna devam eden 20 öğrenci ile özgün görüşmeler yapılarak yüksek başarı gösteren 3 öğrenci seçilmiştir. Kurs öncesi ve kurs sonrası öğrencilerin cevapları ayrıntılı olarak karşılaştırılmıştır. Bu çalışma öğrencilerin eşik kavramlarını tanımlamak ve hedef atom modeline ulaşmaları için eşik kavramlarını aşmalarına yardımcı olacak "olasılık" ve "enerji kuantizasyonunu" kavramlarını dikkate alır. Öğrencilerin anlayışının önünü kesen eşik kavramlarının yapısını ve doğasını belirlemek, atomik yapının zorluğunu analiz etmek öğrencilerin öğrenme engelleri hakkında değerli bilgiler sağlar.

Lijnse, Licht, de Vos, ve Waarlo (1990), atom ve atom altı parçacıkların anlaşılmasındaki güçlüklerin konunun kuramsal ve matematiksel yönlerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu konuda çektikleri güçlükler ve kavram yanılgıları birçok araştırmanın konusu olmuştur (De Posada, 1997; Gilbert ve Watts, 1983; Griffiths ve Preston, 1992; Novick ve Nussbaum, 1978). Mikroskopik düzeyde kavramanın makroskopik olaylara uygulanmasının öğrencilerde ve konunun uzmanlarında farklılık gösterdiği Jensen (1995) ve Johnstone (2000) tarafından ortaya konmuştur. Gerek ortaöğretim gerekse üniversitelerde atomun yapısı özellikle orbitaller kavramı üzerinde yoğun olarak öğretilmeye çalışılıyorsa da, Taber (1998) atom yapısının tasvirinde öğrencilerin yetenekleri ve deyimleri ile sınırlandıklarını belirtmiştir.

Özgür ve Bostan (2007), ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili sahip oldukları yanlışları araştırmış, bu yanlışlar ile epistemolojik kaynaklı yanlışlar arasında benzerlikleri olup olmadığını ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda, atom kavramının geçmişten günümüze olan epistemolojisini incelemiş, öğrencilere 5 adet açık uçlu sorudan oluşan bir anket uygulamıştır. Anket çalışmasının ardından örneklemden seçilen öğrencilerle birebir görüşmeler yapılmıştır. Araştırmanın sonuçları incelendiğinde, öğrencilerin atom kavramı ile ilgili bazı düşünceleri ile atom kavramının tarihsel süreçteki epistemolojik kaynaklı yanlışlar arasında benzerlikler olduğunu görülmektedir. Atom modelleri anlatılırken, her yeni modelin bir önceki modelin eksikliklerini gidermek amacıyla ileri sürüldüğü belirtilmeli, atom modelleri arasında ilişkiler kurulmalıdır.

16-18 yaş gurubu lise öğrencileri üzerinde İngiltere’de gerçekleştirilen yakın bir çalışmada, Taber (2005) atom konusunun öğretilmesi/öğrenilmesindeki güçlüklerin öğrenmenin analitik ve buluşa dayalı gereçlerinden kaynaklandığını belirtmiş ve çözümün bir bağlamda eğitimin konusu olduğunu söylemiştir.

Cros ve arkadaşları (1986) tarafından yapılan bir çalışma, birinci sınıf üniversite öğrencilerinin atomun bütünlüğünü ya hiç bilmediklerini ya da bilgilerinin eksik olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin atom ve molekülü oluşturan parçacıkları bilmelerine karşın, bu parçacıkların birbirleriyle olan ilişkilerini açıklamada sorun yaşadıkları gözlenmiştir. Öğrenciler öğrenmeden ezberleme yoluna gitmektedir. Bu da kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmaktadır.

Öğrencilerin atom ve moleküllerin özelliklerini anlamada karşılaştıkları sorunların birçok nedeni vardır. Bu nedenlerden en önemli olanı öğrencilerin bu kavramlar ile günlük yaşamdaki deneyimleri arasında ilişki kurarken zorluk çekmeleridir. Osborne ve Cosgrove (1983), öğretilen atom modellerinin öğrencilere soyut geldiğini, günlük deneyimlerle ilişkilendirmelerinin zor olduğunu belirlemiştir. 10 lise öğrencisi ile atom ve molekül kavramlarını inceleyen bir çalışma yürütmüş ve şu yanlışlara ulaşmışlardır:

- ✓ Elektronların kütlesi yoktur, sadece yüküdür,
- ✓ Bir moleküldeki tüm atomlar aynıdır,
- ✓ Sadece tek bir atom vardır,
- ✓ Protonların kütlesi bir gram'dır.

Yeğnidemir (2000) bir çalışmasında ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli, boşluklu ve hareketli yapısı hakkında sahip olduğu mevcut olan kavram yanlışlarını tespit etmek amaçlamıştır. Bu doğrultuda öğrenciler ile görüşmeler yapılmıştır. Öğrenciler atomlar renklidir, düzdür, madde ezildiğinde atomları ezilir, gibi cevaplar vermiş, atomu makroskobik bir tanecik olarak düşünmüştür. Bir bölümü ise maddeyi sürekli olarak algılamakta, maddenin sonunda *“hiçbir şey kalmayana kadar”* bölüneceğini düşünmektedir.

Griffths ve Preston (1992), yaptıkları araştırmada, 16-18 yaş grubundaki 12. sınıf öğrencilerinin “atom” kavramına dair birçok kavram yanlışlığına sahip olduğunu göstermiştir. Çalışmada, rastgele seçilen 30 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilere yöneltilen sorular dört başlık altında toplanmıştır: Atomun Yapısı / Biçimi, Atomların Büyüklüğü, Atomların Ağırlığı ve Atom Canlılığı. Öğrencilere bu başlıklar temel alınarak sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin görüşmelerde verdiği cevaplar incelenerek, atom ve atomik yapı ile ilgili belirlenen kavram yanlışlıkları şunlardır:

- Bir atom katı bir küreye benzer,
- Bir atom birçok nokta (daire) ile temsil edilir,
- Elektronlar yörüngelerde hareket eder,
- Atomlar yassıdır,
- Atomlar arasında madde vardır,
- Atomlar mikroskopta görülebilecek kadar büyüktür,
- Atomlar moleküllerden daha büyüktür,
- Bütün atomlar aynı büyüklüktedir,
- Atom boyutunu esas olarak proton sayısı belirler,
- Sıcaklıktaki değişim atomik büyüklüğün değişmesine sebep olabilir,

- Çarpışmalar atom büyüklüğünün değişmesine sebep olabilir,
- Bütün atomlar aynı kütleyle sahiptir,
- Bütün atomlar canlıdır,
- Sadece bazı atomlar canlıdır,
- Atomlar hareket ettikleri için canlıdır, şeklindedir.

Alkan ve arkadaşları (1998) bir çalışmalarında, lise öğrencilerinin atom, molekül ve mol kavramı ile ilgili kavram yanlışlarını incelemiştir. Karşılaştıkları en büyük sorunun, atomun yapısının ve şeklinin öğrencilerin zihinlerinde canlandırmalarını sağlamak olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilere atomu mikroskopla görebildiklerini düşünmeleri ve sayede atomun şeklinin neye benzediğini çizerek yorumlamaları istenmiştir. Öğrencilerin çizimleri ve çizimleri hakkındaki düşünceleri incelendiğinde şu yanlışlarla karşılaşmıştır:

- ✓ Atom, içinde çeşitli parçalar bulunan bir küreyi andırır. Şekli ise kürenin içindeki bileşenleri temsil eden noktaların kullanıldığı bir çembere benzer.
- ✓ Atom, katı bir küreye benzer.
- ✓ Atom, rastgele dağıtılmış noktalar ya da dairelerden oluşur.

Gündüz (2001), Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde hazırladığı “İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinde Atom ve Molekül Kavramı” adlı yüksek lisans tezinde, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde atom ve molekül kavramını incelemiştir. Araştırmanın amacı, ilköğretim öğrencileri ile ortaöğretim öğrencilerinin atom ve molekül kavramı konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak, bunların öğrencilerdeki yaygınlık derecesini belirlemek ve aktiviteye dayalı öğretimin öğrenci başarısı üzerine olan etkisini incelemektir. Bu araştırma için uzman görüşleri alınarak, çoktan seçmeli ve şekilsel sorulardan oluşan beş soruluk bir test hazırlanmıştır. 120 öğrenci üzerinde uygulanan modele dayalı aktivitelerin, öğretim açısından ve kavram yanlışlarının giderilmesi açısından başarılı olduğu gözlenmiştir. Atom ve molekül kavramları Kimya'nın temelini oluşturmaktadır. Bu çalışma, öğrencilerin atom ve molekül kavramlarına ait pek çok kavram yanlışına sahip olduklarını göstermektedir. Öğrencilerin bu

yanılgılarda ısrarcı olmaları nedeniyle aynı tip yanılgılar 5. sınıf öğrencilerinden 11. sınıf öğrencilerine kadar gözlenmiştir. Öğrenciler maddenin moleküler seviyedeki özelliklerini makroskobik seviyedeymiş gibi düşünmeleri kavram yanılgılarına yol açan önemli bir faktör olmuştur.

Salmaz (2002), Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde hazırladığı “*Lise 1. Sınıftaki Öğrencilerin Atom ve Yapısı Konusundaki Yanlış Kavramlarının Belirlenmesi ve Giderilmesi Üzerine Yapılandırıcı Yaklaşımın Etkisi*” adlı yüksek lisans tezinde, lise 1. sınıf öğrencilerinin atom ve yapısı konusundaki kavram yanılgılarının belirlenmesi ve giderilmesi üzerine yapılandırıcı yaklaşımın etkisini araştırmıştır. Çalışmanın amacı lise 1. sınıftaki öğrencilerin “atom ve yapısı” konusundaki kavram yanılgılarını belirlemek ve öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgilerini, mantıksal düşünme yeteneklerini ve bilimsel işlem becerilerini kontrol altına alarak, kavram yanılgılarını gidermede yapılandırıcı yaklaşım ve geleneksel öğretim yönteminin etkilerini karşılaştırılmaktır. Araştırma sonunda öğrencilerin kavram yanılgılarının giderilmesinde geleneksel öğretim modeli ile yapılandırıcı yaklaşımın etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Yapılandırıcı yaklaşımın yönteminin geleneksel öğretim modeline göre öğretim ve yanlış kavramların giderilmesi açısından daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Öğretmenlerin atom konusundaki kavram yanılgılarını tespit edilmesi gereklidir çünkü kavram yanılgıları öğrencilere zincirleme olarak geçer. Öğrenciler maddenin en küçük parçasının atom olduğunu, atomun da küçük parçacıklardan oluştuğunu söylemişlerdir. Bazı öğrenciler atomun canlı olduğunu düşünmektedir.

Zavrak (2003), Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde hazırladığı “*Lise Kimya Programında Atomun Yapısı Ünitesinde Aktif Öğrenme Yöntemlerinin Uygulanması*” adlı yüksek lisans tezinde, Lise 1 Kimya müfredatında yer alan ve soyut bir kavram olan atom ve yapısı konusuyla ilgili aktif öğrenme yöntemlerine dayalı rehber bir materyal hazırlayarak ve uygulamanın öğrenme başarısına etkisi araştırılmıştır. Bu amaca uygun olarak geliştirilen rehber materyal deney grubuna uygulanmıştır. Kontrol grubuna da geleneksel yöntem ile ders anlatımı yapılmıştır. Uygulama öncesi konuya ait var olan kavram yanılgılarını tespit etmek için Hazır Bulunuşluk Testi, her iki gruba da konu anlatıldıktan sonra ise

Değerlendirme Testi uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda aktif öğrenme yöntemlerine dayalı olarak hazırlanan rehber materyalin uygulandığı deney grubunun geleneksel öğrenme yöntemleriyle ders işlenen kontrol grubuna göre öğrenme başarılarının anlamı bir fark gösterdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin Hazır Bulunuşluk Testi sonuçları incelendiğinde öğrencilerin atomu oluşturan alt birimler arasındaki ilişkiyi kuramadıkları gözlenmiştir. Uygulama sonunda öğrencilerin atom modelleri hakkında bilgi karışıklığı yaşadıkları gözlenmiştir.

Çalışkan (2004), Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde hazırladığı *“Araştırmaya Dayalı Kimya Dersinin Öğrencilerin Atom Konusunu Anlamalarına, Öğrenme Yaklaşımlarına, Motivasyonlarına, Öz-Yeterliklerine ve Bilimsel Bilgi İnançlarına Olan Etkisi”* adlı yüksek lisans tezinde araştırmaya dayalı lise kimya dersinin ve cinsiyet farkının öğrencilerin atom konusunu anlamalarına, öğrenme yaklaşımlarına, motivasyonel amaçlarına, öz yeterliklerine, ve bilimsel bilgi hakkındaki inançlarına olan etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu çalışmada öğrenciler iki gruba ayrılarak kullanılan iki öğretim metodu bu gruplara rastgele uygulanmıştır. Araştırmada öğrencilere veri toplamak için 4 adet test uygulanmıştır: Atom Konu Testi, öğrencilerin atom konusundaki bilgilerini; Öğrenme Yaklaşımı Soru Formu, öğrenme yaklaşımlarını; Başarı Motivasyon Soru Formu, motivasyonel amaçlarını ve öz yeterliklerini ve Bilimsel Bilgi Soru Formu, bilimsel bilgi hakkındaki inançlarının ölçülmesinde kullanılmıştır. Analiz sonuçları, araştırmaya dayalı öğretim gören öğrencilerin atom konusu ile ilgili başarılarının, geleneksel yöntemle Kimya öğrenimi gören öğrencilere göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Geleneksel yöntemle öğretim yapılan grupta atom kavramına ilişkin kavram yanlışlarına daha çok rastlanmıştır. Çünkü geleneksel yöntemde öğretmen etkin konumdadır. Öğrenciler bilgiyi hazır olarak almaktadır.

Kaya (2002), Gazi Üniversitesi'nde hazırladığı *“İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Atomik Yapı Konusundaki Başarılarına, Öğrendikleri Bilgilerin Kalıcılığına, Tutum ve Algılamalarına Çoklu Zeka Kuramının Etkisi”* adlı yüksek lisans tezinde ilköğretim 7. sınıf fen bilgisi öğrencilerinin atom ve atomik yapı konusundaki başarılarına, öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına, tutum ve algılamalarına geleneksel öğretim yöntemine kıyasla Çoklu Zeka Kuramının etkisini

araştırmak ve Çoklu Zeka Kuramının ilköğretim fen müfredatı açısından uygulanabilirliğini belirlemeyi amaçlamıştır. Ön test - son test kontrol grup tasarımının kullanıldığı bu çalışmada, ilk hafta boyunca ön testler ve son haftada ise son testler uygulanmıştır. İki sınıftan rastgele seçilen kontrol grubundaki öğrencilerle geleneksel öğretim yöntemine göre, deney grubundaki öğrencilerle ise Çoklu Zeka Kuramına göre hazırlanmış öğretim etkinlikleri ile dersler işlenmiştir. Öğrencilere toplam dört test uygulanmış olup, atom ve atomik yapı konusundaki kavramsal algılamalarını ve beyansal bilgilerini tespit etmek için Başarı Testi bunlardan birisidir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda Çoklu Zeka Kuramına dayalı öğretim etkinliklerinin öğrencilerin atom ve atomik yapı konusundaki başarılarına, öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına, fene olan tutum ve bilim ve bilimi öğrenme yollarını algılamalarına anlamlı bir katkı sağladığı görülmüştür. Atom ve atomun yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının sebeplerinden birisi kitaplarda gösterilen modellerdir. İncelenen kaynaklardaki şekiller ve ifadeler öğrencileri kavram yanlışına doğru yönlendirmektedir. Öğrencilerin zihinsel gelişimleri düşünülerek, tamamıyla soyut bir konu olan atom ve atomun yapısı konusu, öğrencilerin anlayabileceği seviyeye indirgeyerek 5. sınıf ve 8. sınıfta öğretilmelidir.

Erdoğan (2005), Gazi Üniversitesi'nde hazırladığı "*İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Atomun Yapısı Konusundaki Başarılarına, Kavramsal Değişimlerine, Bilimsel Süreç Becerilerine ve Fene Karşı Tutumlarına Sorgulayıcı-Araştırma (Inquiry) Yönteminin Etkisi*" adlı yüksek lisans tezinde 7. sınıf öğrencilerinin atom konusundaki kavramsal değişimlerine, başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı tutumlarına sorgulayıcı-araştırmaya (inquiry) dayalı öğretim yönteminin etkisini geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırarak incelemeyi amaçlamıştır. Alt amaç olarak, Ortaokul öğrencilerinin atom hakkındaki fikirlerinin bilimsel doğruluğu ve içeriği hakkında bilgi edinmek ve öğrencilerin atom hakkında sahip oldukları yanlış kavramların kaynak bilgileriyle uyum gösterip göstermediğini araştırmaktır. Gruplardan biri kontrol grubu, diğeri ise deneysel grup olarak ayrılmış ve gruplar için öğretim yöntemi rastgele belirlenmiştir. Ön ve son test olmak üzere öğrencilere Başarı Testi, Kavram Testi, Bilimsel Süreç Beceri Testi ve Fene Karşı Tutum ve Algılama Testi uygulanmıştır. Fen eğitiminde yapılan araştırmaların büyük bölümü ilköğretim 2. kademe öğrencileri ile yürütülmüştür. Bu seviyedeki öğrencilerde bazı

kimya kavramlarında bilimsel olarak kavramsal anlama henüz gelişmemiştir (Harrison, Treagust; 1996). Bu çalışmada bu fikri desteklemektedir. Ön teste öğrencilere zihinlerindeki atom modelini çizmeleri istenmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu yörünge modelini çizmiştir. Bu model genellikle kitaplarda atom konusunu anlatırken kullanılan modeldir. Birçok öğrencinin zihninde yer etmiştir.

Pideci (2002), Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde hazırladığı *“Öğrencilerin Atom-Molekül Kavramlarına İlişkin Yanılgıları, Yanılgıları Gidermek Üzere Özel Bir Öğretim Yönteminin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi”* adlı yüksek lisans tezinde öğrencilerde atom/molekül kavramlarına ilişkin var olan kavram yanılgılarının tespit edilmesi ve bu yanılgıları ortadan kaldırmaya yarayacak, kavramsal anlama amaçlı öğretim yöntemlerinin hazırlanması ve uygulanması amaçlamıştır. Veri toplama aracı olarak anket ve görüşme yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler incelendiğinde, kavram yanılgılarının öğretim öncesi belirlenmesi ve öğretimin bu yanılgıları ele alacak şekilde planlanması, öğrencilerin anlamasını kolaylaştırmaktadır. Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının giderilmesinin zorluğuna dikkat çekilmektedir. Tespit edilen yanılgılarla ilgili özel aktiviteler hazırlanmış ve uygulanmıştır. Bu aktivitelerin başarısını ölçmek amacıyla uygulanan testlerin sonuçları öğrencilerin alternatif kavramlarda ısrar ettiklerini ortaya koymuştur. Çalışma sonunda bu yanılgıların dört temel başlık altında toplandığı gözlenmiştir:

- ✓ Atomda canlılık özelliğinin bulunması (aminizm),
- ✓ Canlılardaki en küçük yapı taşının atom olması,
- ✓ Isının su molekülündeki atomları bir arada tutan molekül içi bağları koparması ya da ısı etkisiyle su molekülünün yeni bir maddeye dönüşmesi
- ✓ Atomun kütesinin maddenin fiziksel haline göre değişebileceği şeklindedir.

Ünlü (2000), Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde *“Kavramsal Değişim Yöntemlerinin Çocukların Atom, Molekül ve Madde Kavramlarını Anlamadaki Başarılarına Etkisi”* adlı yüksek lisans tezinde, kavramsal değişim metinlerinin

kullanımının ilköğretim 8.sınıf öğrencilerinin atom,molekül ve madde konularındaki kavramlarla ilgili başarılarına ve fen dersine olan tutumlarına etkisini geleneksel fen öğretim yöntemi ile karşılaştırmaktır. Bu çalışmada deney grubuna kavramsal değişim metni yöntemi, kontrol grubuna ise geleneksel fen öğretim yöntemi uygulanmıştır. Araştırmada ön test, son test kontrol yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak Atom, Molekül, Madde Kavramları Başarı Testi, Fen Bilgisi Dersi Tutum Ölçeği ve Bilimsel İşlem Beceri Testi olarak üç ölçek kullanılmıştır. Araştırma sonuçları incelendiğinde geleneksel öğretim uygulanan grupta atom kavramına dair kavram yanlışlarının daha çok olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin öğretmen ile etkileşimi önemlidir. Bilgiyi doğrudan almak yerine çeşitli aktiviteler ile öğretim yapılırsa yanlışların azalacağı düşünülmektedir.

Oruncak (2005), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde *“Ortaöğretim ve Yüksek Öğretimde Öğrencilerin Atom Kavramı ile İlgili Alguları ve Bunun Eğitim Kesiti İçerisindeki Değişimi”* adlı doktora tezinde, öğrencilerin atomu nasıl anladıklarını ve bu anlayışta; atom kavramının, atomun boyutunu ve onun madde ve enerji ile olan ilişkisini nasıl geliştirdiklerini araştırmak amacı ile yapılmıştır. Veri toplama aracı olarak anket ve görüşme yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde; öğrencilerin atom hakkındaki bilgileri sınırlı bir düzeyde olduğu ve klasik ifadeler içerdiği gözlenmiştir. Bu tarz ifadeler bilim ve teknolojiye ayak uydurmaktan uzaktır. Diğer bir sonuç ise, öğrenciler atomu tarif ederken, Modern atom teorisi olarak isimlendirdikleri modelin açıklamasını yaparken Rutherford atom modelini tarif etmeleridir. Öğrenciler derslere ön bilgileri ve zihinlerinde yer eden şekillerle gelirler, bu düşünceleri yanlış olsa da değiştirme konusunda inatlaşırlar (Benson ve ark., 1993; aktaran Oruncak). Öğrencilerin atom modelleri konusunu orta öğretimde de görmüş ve bilgileri artış olmasına rağmen Rutherford atom modelinde ısrar ettikleri gözlenmiştir.

2.3 ATOM MODELLERİ VE MODELLEMELER ÜZERİNE İNCELENEN ÇALIŞMALAR:

Ünal ve Ergin (2006) bir çalışmalarında fen eğitiminde önemli bir yeri olan modelleri tanıtmışlardır. Bilimsel modellerden bahsedilmiş ve modellerin sınıflandırılması yapılmıştır. Bir kavramın anlaşılır olabilmesi için sözlü ifadelerle ya da matematiksel formüllerle ifade edilebilmelidir. Bilim adamı elde ettiği bilimsel bulgularını sunarken, matematiksel formülleri ve kavramsal modelleri kullanır. Bunun temelinde zihinsel modellemenin yer aldığı açıktır. Öğrenciler, derslerde sunulan benzetme modellerinin etkisinde kalarak zihinsel modellerini yapılandırır. Öğrencilerin zihinsel modelleri belirlenirse zihinlerinde oluşmuş olan alternatif kavramlarda ısrarcı olmalarının nedenleri anlaşılır. Bu da öğrenci başarısını olumlu yönde etkileyecek bir faktördür.

Kavram yanlışlarının zincirleme bir şekilde kaynaklardan öğretim elemanlarına, öğretim elemanlarından da öğrencilere geçtiği düşüncesinden hareketle, Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004) bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın evreni eğitim fakültelerindeki fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik öğretim elemanlarıdır. Araştırma; modellerin ne olduğu, fen eğitimindeki rolleri, niçin ve nasıl kullanıldıkları hususlarındaki görüşlerini tespit etmeye yöneliktir. Elde edilen veriler incelendiğinde; model örneklerinin sınırlı kalması, fen ve matematik öğretim elemanlarının modeller ve modellemenin doğası ile ilgili olarak bilgi eksikliklerinin bulunduğu düşüncesine varılmıştır. Bu sebeple, öğretim elemanları mesleki yaşantılarının bir parçası olan bilimsel modellerin doğasını yakından tanımalıdır. Bunlara ek olarak, ders kitaplarındaki modellerin doğru kullanılması, modellerin daha iyi anlaşılmasına yardım edecektir. Bu nedenler göz önünde bulundurularak öğrencilerin, öğretim elemanlarının ve ders kitaplarının kullandığı modellerin araştırmacılar tarafından incelemesi, model kullanımı ve modelleme hakkındaki problemlerin daha anlaşılır hale gelmesine yardım edecektir.

Harrison ve Treagust zihinsel modeller üzerine çalışmalar yapmışlardır. Aşağıda bu çalışmalardan örnekler sunulmuştur:

1987 yılında, Western-Avustralya'da 8-12 yaş grubundaki öğrencilerin atom ve moleküllere ait zihinsel modellerine ilişkin kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Araştırma, evrenden rastgele seçilen 48 öğrenci ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak görüşme yöntemi seçilmiştir. Araştırmaya katılan öğrenciler her yıl kimya dersi almış ve çeşitli atom ve molekül modelleri ile karşılaşmışlardır. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde, atom modellerini birbirinden ayırmada zorlandıkları görülmüştür. Bazı öğrenciler atomların bölünerek çoğalacağını (canlılık özelliği) ve atom çekirdeklerinin bölünebileceğini söylemişlerdir. Elektron kabuklarını atomları koruyan ve saran kabuklar olarak düşünmüşler, elektron bulutlarını ise elektronların çok sıkı bir şekilde düzenlendiği farklı bir yapı olarak tanımlamışlardır.

1996 yılında yaptıkları çalışmada, 8. ve 10. sınıf lise öğrencilerinin sahip olduğu zihinsel atom ve molekül modellerini araştırmışlardır. Veri toplama aracı olarak görüşme yöntemi kullanılmıştır. Öğrencilerin büyük çoğunluğu zihinsel atom modeli olarak yörüngeler modelini tercih etmiştir. Yapılan görüşmelerde belirlenen kavram yanlışlarının bir bölümü öğrencilerin kimya ile biyoloji derslerinde kullanılan ortak dilden kaynaklandığını göstermektedir. Öğrenciler, atom çekirdeğini, hücre çekirdeğiyle benzer düşünerek atom çekirdeğinin bölünmesiyle atomların çoğalacağını; atom çekirdeğinin, atomun faaliyetlerini kontrol eden bir merkez olduğunu; elektron kabuklarının da atomu koruyan bir yapı ve elektron bulutlarını ise sis veya duman gibi düşündüklerini söylemiştir. Öğrenciler atomu canlı bir varlık gibi düşünerek yanlışlığa düşmektedir.

1998 yılında, atom ve molekül modellerinin zihinsel oluşum sürecini araştırdıkları çalışmalarında, öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu modelleri gerçeğin birer yansıması olarak düşündüğünü belirlemişlerdir. Öğrenciler zihinsel model oluştururken daha çok çaba sarf etmeli, öğretmenler de model ile öğretim yaparken modelin sınırlarını iyi bir şekilde çizmeliyimdirler. 1975 yılından bu yana farklı yaş gruplarında yapılan araştırmaların sonuçları, öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ve bununla ilgili kavramları anlamakta oldukça zorlandıklarını göstermektedir. Bu

yanılığlar öğretim yöntemleri, derslerde kullanılan öğretim materyalleri ve kitaplarda çizilmiş olan atom modellerinden kaynaklanmaktadır.

2000 yılında yaptıkları çalışmalarında, atom, molekül ve kimyasal bağlar hakkında öğrencilerdeki zihinsel modelleri incelemişlerdir. Avustralya’da 11. sınıf Kimya öğrencilerinin 10 tanesini bir yıl boyunca gözlemiş, atom modelleri, moleküller ve kimyasal bağları kavramalarını belirlemiştir. Bu çalışmada, öğrencilerde benzeşim modelleri ve keşif fırsatlarını kullanarak kavramsal anlama düzeyi ve zihinsel gelişimin nasıl gerçekleştiği etkin bir biçimde ortaya konmuştur. Öğrencilerin atoma ilişkin 8 farklı zihinsel modele sahip olduklarını gören araştırmacılar, öğrencilerin bu konudaki zihinsel modellerinin ders kitapları, öğretmenlerin kullandığı modeller gibi kaynaklara dayandığını belirlemiştir.

Perkins (2006), fen ve matematik başta olmak üzere, birçok kavramın anlaşılabilmesi için karakteristik olarak zahmetliliği bulunduğunu söylemiştir. Günlük hayatta yanlış kullanılan ifadeler, makul ama yanlış beklentiler ve bilim adamlarının görüşlerinin karmaşık gelmesi bu kavramları anlamada zorluk çekilmesine neden olabilir. Bir kavramın gereğinden daha fazla soyutlama öğrenmeyi zorlaştırabilir (Chi, Slotta, ve De Leeuw, 1994; Harrison ve Treagust, 1996; Markow ve Lonning, 1998; Nakhleh, Lowery, ve Mitchell, 1996; Pestel 1993). Öğrenciler tarafından oluşturulan alternatif modeller kavramsal olarak öğrenmeyi zorlaştırır (Gentner ve Stevens, 1983), Coll ve Taylor (2002), Coll ve Treagust (2003) ve Taber (2003) tarafından yapılan çalışmalar da atom yapısını açıklamada kuantum kuramının zorluğuna işaret eder. Coll ve Treagust (2003) öğrencilerin eğitim düzeyleri ne olursa olsun bilginin kavramsal güçlüğünden dolayı basit modelleri tercih ettiklerini belirlemiştir.

Petri ve Niedderer (1998), örnek olay çalışmasında Almanya’da ileri Fizik dersi alan 13. sınıf öğrencileri ile görüşmeler yapmıştır. Bu çalışmada, öğrencilerin üç model içinden, olasılık yörünge modeli, durağan elektron modeli ve gezegen modeli, hangisini daha iyi öğrendiklerini araştırılmıştır. Her ne kadar öğrenci ders sırasında daha gelişmiş atom modelleri öğrense de, veri analizinde bu üç modelin özelliklerini gösteren farklı modellere rastlanmıştır. Gezegen modeli ve benzer modeller özellikle kurs sırasında ve sonrasında güçlü kalmıştır.

Alkan (1996), Karedeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde hazırladığı “*Bazı Kimyasal Kavramların Model-Benzetmelerle Öğretimi*” adlı yüksek lisans tezinde kimyasal kavramların modellerle öğretimi konusunu işlemiştir. Bu çalışma, soyut bazı kimyasal kavramların öğretilmesinde model-benzetmelerin etkisini araştırmıştır. Üç aşamada gerçekleştirilen çalışmanın ilk bölümünde bazı kimyasal kavramlarla ilgili bir test iki farklı lise 1 sınıfına uygulanmıştır. Öğrencilerin seçilen kavramlara ait ön bilgilerinin sınanması için iki sınıfa da on soruluk ön test uygulanmıştır. Bu uygulamadan sonra aynı konular araştırmacı tarafından model- benzetmeler kullanılarak aynı sınıflara anlatılmıştır. Anlatımın yapılmasından sonra aynı kavramlara ait ikinci bir test son test olarak her ki sınıfa da uygulanmıştır. Ön test- son test sonuçları karşılaştırılmıştır. Öğrencilerden alınan sonuçlardan sonra model-benzetmeleri içeren bir anket de bölgedeki Kimya öğretmenlerine uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre model-benzetme kullanımı öğrenmeyi kolaylaştırarak öğrenci başarısını artırmaktadır. Fakat seçilen modeller konuya uygun olmalı, öğrencinin algılayabileceği düzeyde olmalıdır. Ders kitaplarında modellere fazla yer verilmediği, daha çok deneylere yer verildiği gözlenmiştir. Somut kavramların öğretilmesinde modellerin etkinliği azdır. Çünkü öğrenci somut olan bir şeyi daha kolay algılamaktadır. Soyut konularda modellemeye daha çok yer verilmelidir.

İncelenen tezler ve yerli-yabancı makaleler neticesinde atoma dair kavram yanlışları sistematik hale getirilmiştir. Literatürde kavram yanlışlarının tespiti için kullanılan yöntem, genellikle anket çalışmasının ardından öğrencilerle görüşme şeklindedir. Belirlenen yanlışlar ülke ve yaş grubuna göre farklılık göstermemektedir. Nitekim bizim çalışmamızda da, literatürde gözlenen yanlışlara benzer yada aynı yanlışlara ulaşılmıştır. Öğrencilerin atoma ilişkin yanlışları epistemolojik izler taşımaktadır.

Kimyasal olayların anlaşılmasında maddenin tanecikli yapısı ve atom kavramının öğrenciler tarafından iyi bir şekilde anlaşılması ve kavranması çok önemlidir. Bu nedenle kimya eğitimi alanında, yukarıda özetlendiği gibi, bu konuyla ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Mevcut çalışmalar genellikle kavram yanlışlarının tespiti üzerinedir. Kavram yanlışlarını gidermeye yönelik çalışmalar sınırlıdır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1 ARAŞTIRMA YÖNTEMİ:

Araştırmada tarama modeli kullanılmıştır. Öğrencilerin eğitim sürecinde zihinlerinde oluşturdukları atoma dair fikirlerini gözlemek için anket uygulanmış ve ardından birebir görüşmeler yapılmıştır. Daha önceki atom kavramı ile ilişkilendirme ve yargıda bulunma amacı ile süreç tabloda görüldüğü gerçekleştirilecektir.

Tablo 1

Araştırmanın Ölçütleri, Analiz Yöntemi ve Uygulama Evrenini Oluşturan Öğrenciler

ÖĞRENCİLERİN ZİHİNLERİNDEKİ ATOM MODELİ			
ÖLÇÜTLER			
Anket			
Çizim	Betimleme	Büyüklik	Somutluk veya Soyutluk
<i>Zihninizde canlandığı atom modelini çiziniz.</i>	<i>Zihninizdeki atom modelini (yazarak) betimleyiniz.</i>	<i>Sizce bir Hidrojen atomunun büyüklüğü ne kadardır? Bildiğiniz bir büyüklükle kıyaslayınız.</i>	<i>Sizce atom somut mudur yoksa soyut mudur? Nedenleri ile açıklayınız.</i>
Görüşme			
ANALİZ			
Mevcut Literatürle kıyaslama			
Epistemolojik kıyaslama (<i>Eski Yunan, Hint ve Çin, İslam, Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Modern</i>)			
Okullardaki atom modelinin öğretilmesi ile kıyaslama [<i>MEB müfredatı, MEB kitapları, Lab. Modelleri (üç boyutlu ve iki boyutlu modeller), üniversitede okutulan kitaplar</i>]			
UYGULAMA			
I. Sınıflar		IV. Sınıflar	
Fen Bilgisi Öğretmenliği (gece-gündüz)		Fen Bilgisi Öğretmenliği (gece-gündüz)	
Kimya Öğretmenliği		Kimya Öğretmenliği	
Fizik Öğretmenliği		Fizik Öğretmenliği	

Atom kavramının tarihsel gelişim süreci ayrıntılı bir literatür taramasıyla sistematik bir hale getirilmiştir. Öğrencilerin zihinlerindeki atom modeli çizim, betimleme, büyüklük ve somutluk veya soyutluk ölçütlerine göre incelenmiştir. Bu doğrultuda hazırlanan ve tabloda gösterilen açık uçlu 4 soru araştırmanın evrenini oluşturan öğrencilere uygulanmıştır. Bu uygulamanın ardından elde edilen sonuçların analizi üç boyutta gerçekleştirilmiştir:

1. *Epistemolojik kıyaslama (Eski Yunan, Hint ve Çin, İslam, Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Modern Atom Kavramı)*
2. *Mevcut Literatürle kıyaslama*
3. *Okullardaki atom modelinin öğretilmesi ile kıyaslama [MEB müfredatı, MEB kitapları, Lab. Modelleri (üç boyutlu ve iki boyutlu modeller), kitaplar vb.]*

Yapılan araştırmada nitel ve nicel analiz yöntemi kullanılmıştır. Güvenirlik dış güvenirlik ve iç güvenirlik olarak iki aşamalı düşünülmüştür. Dış güvenirliğin sağlanması için sonuçların benzer ortamlarda aynı şekilde elde edilmesi hedeflenmektedir. Bu amaca uygun olarak benzer gruplar seçilmiş olup, bütün gruplar ileride atom kavramını öğretecek olan öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Bütün gruplarda her lise türünden mezun olmuş öğrenciler bulunmaktadır ve öğrenciler Genel Kimya I dersi kapsamında Atom Modelleri konusunu görmüşlerdir. Bu da gruplarda benzer sonuçların beklenmesine bir neden olarak gösterilebilir.

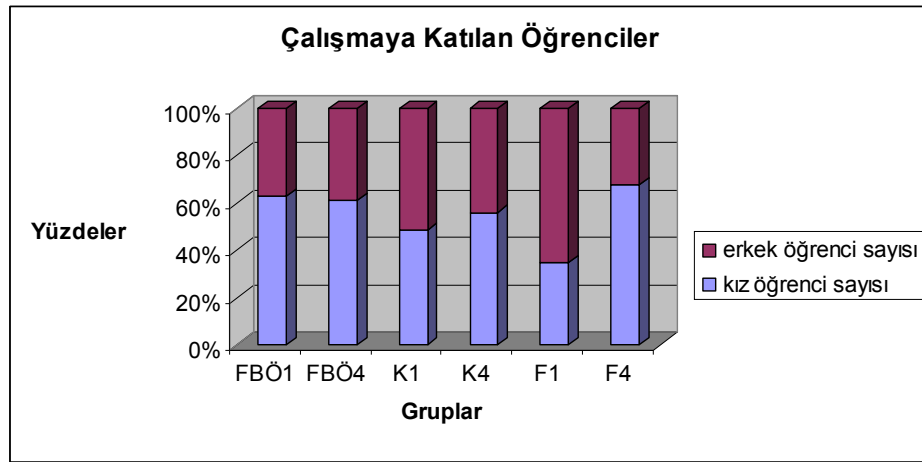
İç geçerliliğin sağlanması için öğrencilere bu ölçütler direk soruya dönüştürülerek yöneltilmiştir. Öğrencinin kendisini ve süreci eleştirel gözle irdelemesine olanak sağlanmak istenmektedir. İç güvenirlik testi, elde edilen verilerin literatür ışığında tutarlılığının analizini amaçlamaktadır. İnsan davranış ve algılarındaki farklılıklar dış ve iç güvenilirliği değiştirir. Bu nedenle anketlerin tarafımızca objektif biçimde uygulanması sağlanacaktır. Katılımcılar anket uygulamasından önceden haberdar edilmeyecektir. Böylelikle öğrencilerin ön hazırlık yapmalarının önüne geçilmesi amaçlanmaktadır.

3.2 ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ:

Atom kavramı Testi, D.E.Ü.'de 2007-2008 eğitim ve öğretim yılında birinci ve dördüncü sınıfta okuyan 295 öğrenciye uygulanmıştır. Bunun için, Fen Bilgisi Öğretmenliği, Fizik Öğretmenliği ve Kimya Öğretmenliği bölümleri seçilmiştir. Çalışmaya katılan öğrenciler **Grafik 1**' de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

Grafik 1

Çalışmaya Katılan Öğrenciler



Yukarıdaki tabloda, *FBÖ1*, Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerini; *FBÖ4*, Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. sınıf öğrencilerini; *K1*, Kimya Öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerini; *K4*, Kimya Öğretmenliği 4. sınıf öğrencilerini; *F1*, Fizik Öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerini ve *F4*, Fizik Öğretmenliği 4. sınıf öğrencilerini temsil etmektedir.

3.3 VERİ TOPLAMA ARAÇLARI:

Araştırmada öğrencilerin atom kavramına ilişkin düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu sebeple bu amaca uygun olarak kavramsal sorular hazırlanmıştır. Pozitivist/Akılcı paradigmada bilimsel yöntemin varsayımları arasında nesnellik, genellenebilirlik ve önceden kestirilebilirlik yer almaktadır (Glesne ve Peshkin, 1992; Yıldırım ve Şimşek, 2000). Ölçmeyi yapan kişi tamamıyla nesnel, kişisel katkısız, örneklemden evrene genellenebilir bir ölçme gerçekleştirilmelidir (Gall ve diğerleri, 1996; Türnüklü 2001). Bu felsefi anlayış,

araştırmacıya ölçme aracının geçerlik ve güvenilirliğini belirleyebilme olanağı sunmaktadır.

Sonuçların nesnel bir biçimde değerlendirilmesi ön planda olduğundan, araştırmacının görevi ölçme aracının istediğini ölçüp ölçmediğini, ölçümün güvenilir olup olmadığını belirlemektir. Oluşturmacı/yorumlayıcı paradigma, sadece bilginin nasıl üretildiği ve öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini açıklamaz, bilimsel yöntem ve eğitim araştırmalarının özellikleriyle dayandığı varsayımları da yakından etkiler. Bu anlayışta, Pozitivist/Akılcı akımın nesnellik, genellenebilirlik ve önceden kestirilebilirlik varsayımları, yerini öznellik, durumsallık ve önceden kestirilmezlik'e bırakır (Glesne ve Peshkin 1992; Yıldırım ve Şimşek, 2000). Ölçmeyi yapan kişinin nesnel bir ölçme gerçekleştirmesi pek olanaklı görülmemektedir. Araştırmacı ölçme aracının hazırlanması, verilerin toplanması ve analizi gibi süreçlerde etkisi olacaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2000). Bu durumda Türnüklü (2001) tarafından dile getirildiği gibi, elde edilen bilginin geçerliliği, araştırmacının algı, kavrama ve yorum becerisine bağlıdır (Mirzalar-Kabapınar, (2002).

Yaptığımız çalışmada, nitel analiz ve nitel yöntemi birlikte kullanılmıştır. Verileri değerlendirme aşamasında araştırmacının etkisi olacağından, ölçme aracının hazırlanması, verilerin toplanması ve analizi gibi süreçlere araştırmacının tarafsız olarak katılması sağlanmıştır. Mümkün olduğu sürece öğrencilerin yorumları dikkate alınmış, araştırmacı öğrencinin cevabına kendi fikirlerini katmadan analizi gerçekleştirmiştir.

3.3.1 Anket:

Ölçek hazırlanırken ilk olarak atom kavramının anlaşılmasına ilişkin araştırmaların bulguları incelenmiş ve bu bilgiler ışığında hangi ölçütlerin araştırılacağına karar verilmiştir. Hazırlanan testin uygulanma amacı, öğrencilerin zihinlerindeki atom kavramını ortaya çıkarmaktır. Öğrencilere testin uygulanmasından önce, amacımızın onlara sınav yapmak olmadığı, verdikleri cevapların notlarını etkilemeyeceği, daha etkili ve verimli bir öğretim için onların atom hakkındaki düşüncelerini öğrenmemiz gerektiği söylenmiştir. Ayrıca öğrencilerden test kağıtlarına isim yazmamaları, sınıflarını ve bölümlerini

doldurmaları, sorulara samimi ve kendi mantıklarına uygun bir şekilde düşünerek cevaplandırmaları istenmiştir.

Bu araştırma için atom kavramı ile ilgili dört soruluk bir kavram testi geliştirilmiştir. Bu anket, öğrencilerin şimdiye kadar zihinlerinde oluşmuş olan “atom”u ortaya çıkarmaya yöneliktir. Atom kavramı dört ölçüte göre incelenmiştir: çizim, betimleme, büyüklük ve somutluk-soyutluk. Bu dört ölçüt soruya dönüştürülerek öğrencilere yöneltilmiştir.

Birinci soruda öğrencilerin zihinlerinde oluşmuş atom modelini çizmeleri istenmiştir. Bu sorudan beklenen çizim Modern Atom Modeline yakın olmasıdır. 2004-2005 eğitim öğretim yılı ile birlikte ortaöğretimin 4 yıla çıkarılması ile birlikte, ortaöğretim kimya müfredatında da köklü değişiklikler olmuştur.

Öğrenciler, MEB müfredatında ilköğretim Fen ve Teknoloji ile 9. sınıf Kimya derslerinde atomun varlığı fikrini ve atom altı parçacıkları öğrenmiştir. 10. sınıf müfredatında yer alan Atomun Yapısı ünitesinde ise elektronun keşfinden itibaren atomun yapısını açıklamaya yönelik modeller, tarihsel gelişimine uygun olarak verilmiştir. Ayrıca maddenin elektrikle etkileşmesinin atom altı parçacıkların varlığı ile ilişkilendirilmesi, kütle, mol sayısı, bağıl atom kütlesi kavramlarına da vurgu yapılarak öğrencilerden bu kavramları içeren problemler çözmeleri öğretilmiştir. Bu bağlamda, ilköğretimde atomla tanışan öğrenci, lisede atom hakkındaki bilgilerini geliştirmektedir.

Anketin uygulandığı gruplar fen alanlarında öğrenim gördükleri için, üniversite eğitimleri süresince atom konusunu öğrenmeye devam etmektedirler. Dolayısıyla öğrenciler “atom” konusu ile eğitimlerinin birçok döneminde karşılaşmışlardır.

İkinci soru zihinlerinde oluşmuş olan atom modelinin yazılı olarak ifade edilmesidir. Birinci soruda çizim yapan öğrenciden burada çiziminde eksik kalan yönleri betimlemesi istenmiştir. Çizimler yoruma açıktır. Objektifliği sağlamak için, öğrencinin kendi çizimini betimlemesi istenmiştir.

10.sınıf Kimya müfredatında Atom modelleri ile ilgili olarak öğrencilere aşağıdaki bilimsel süreç becerilerini kazandırma hedeflenmiştir: Thomson atom modelinin Rutherford deneyi ile geçersiz hâle gelişi, elektromanyetik ışınların dalga modelinde kullanılan kavramlar arasında ilişki kurma, elektromanyetik spektrumda ışın tiplerini frekans ve dalga boyu aralığı ile ilişkilendirme, dalga modeli ile açıklanabilen optik olaylara örnekler verme, Bohr modelinin temel varsayımlarını ve hidrojen atomundaki elektronun toplam enerjisini kavrama, Bohr atom modelini kullanarak atomların ışın soğurma / yayma sürecini açıklama, Bohr modelinin yetersizliklerini örneklerle açıklama.

Üçüncü soru öğrencilerin atomun büyüklüğünü nasıl algıladıkları ile ilgilidir. Soruda Hidrojen atomunun büyüklüğü hakkındaki fikirleri sorulmuştur. Aslında bu soruda sorgulanan atomun büyüklüğü hakkında düşünceleridir. Hidrojenin en küçük atom olması sebebiyle soruda Hidrojenin büyüklüğü sorulmuştur. Burada öğrenciden beklenen hidrojenin en küçük atom olduğunu düşünmesi, ifade etmesi ve soruya böyle cevap vermesidir. 10. sınıfta bu soruya temel teşkil edecek aşağıdaki kavramlar oluşturulmaktadır: Schrödinger atom modeline temel olan düşünce ve deneyleri açıklama, atomlar/ iyonlar için, ‘*orbital*’ kavramını, elektronların bulunma olasılığı ile ilişkilendirerek tanımlama, orbitallerin sembol gösterimlerini, geometrilerini, yönelmelerini ve elektronun enerjisini kuantum sayıları ile ilişkilendirme, çok elektronlu sistemlerde orbitallerin enerji sırasını belirleme ve atomlar ve iyonlar için elektron dizilimlerini yazma.

Dördüncü ve son soru da öğrencilere “atom” un somut olup olmadığına dair düşünceleri sorulmuştur. Öğrencinin sadece somut yada soyut demesini önlemek amacıyla, niçin böyle düşündüğü sorulmuştur. Burada hedeflenen öğrencilerde ilköğretim düzeyinde öğretilmeye başlanan atom kavramının üniversite düzeyinde hangi yönde ve biçimde değiştiğini nitel olarak belirlemektir.

3.3.2 Görüşme:

Literatürde öğrencilerin kavramlar hakkındaki zihinsel imajlarını ortaya koymak amacıyla öğrencilerle birebir görüşmeler ve açık uçlu sorular tercih edilmektedir (Coll and Treagust, 2001; Asami, King & Nonk, 2000). Bu çalışmada tüm öğrenci grubuyla yüz yüze görüşmenin uzun zaman alacağı muhtemel görüldüğü için öncelikle tüm öğrenci gruplarında açık uçlu sorulardan oluşan anket uygulanmıştır.

Görüşmeler, amacına, görüşmeye katılanların sayısına ve görüşülmek istenen kişi ile görüşmedeki kuralların katılığına göre sınıflandırılabilir. Görüşmeye katılanların sayısına göre; bireysel ve grupça görüşme olmak üzere iki gruba ayrılır. Bireysel görüşmede, görüşme ortamında görüşmeci ile kaynak kişi dışında kimse yoktur. Grupça görüşmede ise çok sayıda kaynak kişi konuyu birlikte tartışır. Genellikle bireysel nitelikte görüşmeler tercih edilmektedir. Görüşülmek istenen kişiye göre görüşmeler; Önder (lider yönetici)' lerle, "uzman" larla ve "halk" ile yapılanlar olmak üzere üçe ayrılır. Uygulanan kuralların katılığına göre de; yapılanmış, yarı yapılanmış ve yapılanmamış olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Karasar, 2005).

Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği, yapılandırılmış görüşme tekniğinden biraz daha esnektir. Bu teknikte, araştırmacı görüşmeden önce sormayı planladığı soruları içeren görüşme formunu hazırlar. Fakat görüşmenin akışına göre alt sorularla görüşmenin seyri ve kişinin yanıtlarını ayrıntılı olarak ifade etmesini sağlayabilir (Türnüklü, 2000). Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinin araştırmacıya sunduğu en önemli kolaylık görüşmenin önceden hazırlanmış görüşme formuna bağlı olarak sürdürülmesi nedeniyle sistematik ve karşılaştırılabilir bilgi sunmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2004). Görüşmeler bu tekniğe göre planlanmış ve uygulanmıştır.

Anket çalışması tamamlandıktan sonra, yine bu gruplardan gönüllülük esas olmak şartıyla rastgele seçilen 30 öğrenci ile birebir görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerin tamamı videoya kaydedilerek öğrencinin atomun zihinsel modellenmesi ile ilgili gösterdiği tepki ve sözel açıklamalar değerlendirilmiştir. Bu öğrencilerle

yapılan ön görüşmelerde konu hakkında detaylı bilgi verilmemiş, öğrencilerin mümkün olduğu kadar ön çalışma yapmadan görüşmelere gelmeleri sağlanmıştır.

Yapılan görüşmelerin temel amacı öğrencilerin atom ve yapısı konusundaki düşüncelerini tespit etmektir. Görüşme esnasında sorulan sorular uygulanan anketler dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Görüşme yapılacak öğrencilerin ortama alışması için mülakata başlamadan önce güncel sohbetler edilmiştir. Katılımcı ortama ve araştırmacıya alıştığında sorular yine sohbet havasında sorulmuştur.

Görüşmeler videoya kaydedilmiştir. Öğrenciler sorulara sesli olarak cevap vermişler, zaman zaman da düşüncelerini çizimle ifade etmişlerdir. Daha sonra kayıtlar analiz aşamasında yazılı forma dönüştürülmüştür.

3.4 VERİLERİN ANALİZİ:

Öğrencilerin atom hakkındaki düşüncelerini tespit etmek için iki aşamalı bir çalışma yapılmıştır. İlk olarak hazırlanan atom anketi tüm gruptaki öğrencilere uygulanmış, ikinci aşamada bu gruptan seçilen öğrencilerle birebir görüşülerek daha önce uygulanan anket sonuçlarını destekleyip desteklemeyeceği araştırılmıştır.

Bu çalışmada, öğrencilerin atom hakkındaki görüşlerini incelemek amacıyla katılımcılara açık uçlu 4 adet soru yöneltilmiştir. Nitel bir çalışma olarak geliştirilmiş olan araştırmanın açık uçlu 3 adet sorusu Strauss ve Corbin (1990) tarafından geliştirilen “*betimsel analiz*” metodu kullanılarak analiz edilmiş, atoma ilişkin çizimleri ise A.G. Harrison ve D.F. Treagust’un 2000 yılında yaptıkları bir çalışmada belirledikleri “*atom modelleri çizelgesi*” esas alınarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen nitel bulgular daha sonra tüm gruptaki öğrenciler arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını karşılaştırmak üzere sayısal analize dönüştürülmüştür. Son olarak da parametrik olmayan ölçümlerde ki-kare testi (χ^2) uygulanmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin öğrenim dalları ve eğitim gördükleri

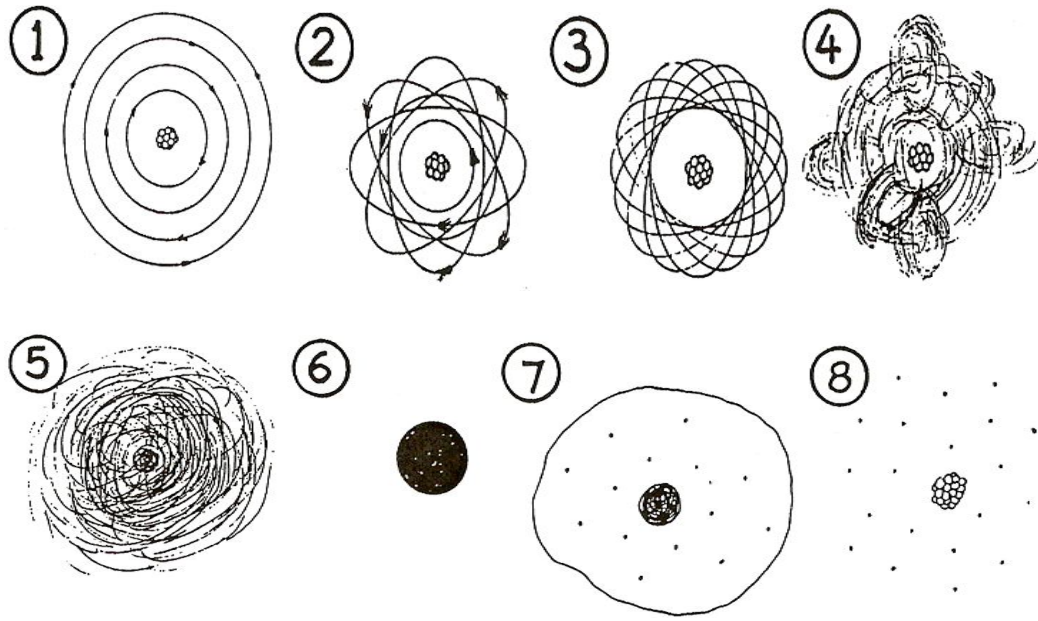
sınıflar ile sorulara verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı karşılaştırılmıştır.

Verilerin analizi yapılırken kodlar belirlenmiş ve öğrencilerin cevapları bunlara göre sınıflandırılmıştır. Daha sonra literatürle kıyaslama yapılmıştır. Anket uygulamasının ardından her gruptan beşer öğrenci seçilerek bu öğrencilerle birebir görüşmeler yapılmıştır. Araştırmada yöntem olarak geliştirilen açık uçlu anketin yanında ön sonuçlara göre benzer soru sınıflarına birebir görüşmelerde de yer verilmiştir. Sınıf içi yapılan anket uygulamasında öğrencilerin yazarak ifade etmeleri yani yorum yapmaları istenmiştir. Bu da öğrencilerin cümlelerini kurarken dikkatli olmalarına ve istediklerini tam olarak ifade edememelerine yol açmış olabilir. Seçilen öğrencilerle yapılan görüşmelerde buradan kaynaklanan kısıtlamaların giderilmesi amaçlanmaktadır.

3.4.1 Kodlama:

Verilerin analizi aşamasında öğrencilere uygulanan anketlerden elde edilen veriler bilgisayara aktararak, analizin daha güvenli bir şekilde yapılması amaçlanmıştır. Bu işlemin ardından verilerin analiz edilebilmesi için kodlanmıştır. Kodlama, elde edilen verileri bölümlere ayırma, inceleme, karşılaştırma ve ilişkilendirme süreci olarak tanımlanmıştır (Strauss ve Corbin, 1990). Toplanan verilerin farklı bölümleri aynı kodlarla isimlendirilmiştir. Bu sayede farklı bölümlerde yer alan ve anlam bakımından ilişkili olan veriler bir araya getirilmiş ve ilişkilendirilmiştir.

Birinci sorunun analizi yapılırken kodlama için kullanılan çerçeve Harrison ve Treagust'un 2000 yılında yaptıkları çalışmalarında belirledikleri atom modellerinden oluşmaktadır. Öğrencilerin yapıları çizimler incelenerek, benzer çizimler gruplanmıştır.



Şekil 2 Atom Modelleri (Harrison ve Treagust, 2000).

Bazı öğrenciler, kullanılan bu kodların dışında çizimler yapmışlardır. Bu çizimler ise “diğer çizimler” kategorisinde değerlendirilmiştir. Diğer çizimler kendi aralarında incelenmiştir. Bu gruplamaya dair bilgiler 4. bölümde ayrıntılı olarak verilecektir.

İkinci soruda öğrencilerden zihinlerindeki atom modelini betimlemeleri istenmiştir. Bu sorunun analizinde öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenerek kodlanmıştır. Öğrencilerin atom hakkındaki düşünceleri tarihsel gelişim sürecindeki atom modelleri ele alınarak açıklanmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda, “küre şekli” ifadesi Dalton atom modeline göre “Üzümlü kek ve çekirdekte + ve - yüklerin dağınık olarak bulunması” ifadeleri Thomson atom modeline göre; “Çekirdekte p^+ ve n^0 , çevresinde bulunan yörüngelerde e^- ’ler bulunur” ifadesi Rutherford atom modeline göre; “Elektronun üç boyutlu olması, hızı, belli bir kurala göre dizilmesi” ifadeleri Bohr atom modeline göre; “Elektron bulutu, elektron denizi ve elektronun bulunma olasılığı” ifadeleri Modern atom modeline göre kodlanmıştır.

Üçüncü soruda öğrencilere Hidrojen atomunun büyüklüğü sorulmuştur. Doğal olarak öğrencilerden Hidrojen atomunun büyüklüğü hakkında nicel net bilgiler vermeleri beklenmemektedir. Bu soruda, öğrencilerin atomun büyüklüğünü tarif

etme çabasına girmeleri beklenmiş ve bu durum verilerde gözlenmiştir. Bu soruda analiz için kodlar belirlenirken, öğrencilerin cevapları incelenmiş ve dört tür ifade biçimine rastlanmıştır. Öğrenciler Hidrojen atomunun büyüklüğünü betimlerken bildikleri bir büyüklük ile kıyaslamışlar, Avogadro sayısı cinsinden, gram cinsinden yada metre cinsinden ifade etmişlerdir. Öğrenci atom büyüklüğünü “Gözle görülemeyecek kadar küçük”, “En küçük atom”, “İğne ucunun milyonda biri” , v.b. ifadelerle kıyaslama yolunu seçmişse “*Betimsel ifade*” olarak kodlanmış, “ $2/N$ ”, “ $1/N$ ” gibi Avogadro sayısı ile ifade etmişlerse “*Mol cinsinden ifade*”, “ $1/Ng$ ”, “1 gram” gibi gram birimi ile ifade etmişlerse “*kütle cinsinden ifade*”, “1 pm”, “ 10^{-17} metre” şeklinde metre birimi ile ifade etmişlerse “*yarıçap cinsinden ifade*” olarak kodlanmıştır. 4. bölümde bu ifadelere ilişkin detaylı örnekler verilecektir.

Dördüncü soruda öğrencilere atomun somut mu yoksa soyut mu olduğu sorulmuştur. Bu sorunun analizi için öğrencilerin cevapları incelenmiş ve bu ifadeleri cevaplarında kullandıkları gözlenmiştir. Bu sayede “Somut”, “soyut” ve “hem somut, hem soyut” ifadeleri kod olarak belirlenmiş, öğrencilerin cevapları bu kodlara göre gruplanmıştır.

Anketlerin analizi için yapılan kodlamaların ardından öğrencilerle yapılan video çekimleri izlenerek yazılı forma dönüştürülmüştür. Daha sonra kodlama yapılmıştır. Anketlerin analizi için kullanılan kodlar görüşmelerin analizi için de kullanılmış, yeni kodlara gerek duyulmamıştır.

3.4.2 Nicel Analiz:

Anketlerin ve görüşmelerin nitel analizinden sonra nicel analiz yapılmıştır. Nicel analiz yapılmasındaki amaç, nitel analiz yöntemiyle elde edilen sonuçların nicel analiz yöntemi ile desteklenmesidir.

Verilerin nicel analizi yapılırken parametrik olmayan ölçümlerde “iki değişken için “ χ^2 ki-kare testi” uygulanmıştır. Veri toplama tekniği olarak anket tekniğinin kullanıldığı çalışmalarda her bir soru farklı bir durumu belirlemeye yönelik olup cevaplar sınıflanarak analiz edilir. Bu durumda, çeşitli sorulara verilen cevaplar arasında ya da herhangi bir soruya ait cevaplarla soruyu cevaplayanların kişisel özellikleri arasında bir ilişki olup olmadığı test edilmek istendiğinde χ^2 testi

kullanılabilecek bir yöntemdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ile öğrenim dalları ve eğitim gördükleri sınıflar arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığının test edilmesi için χ^2 testi uygulanmıştır. Elde edilen veriler ışığında aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin çizimleri ile öğrenim dalları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin betimlemeleri ile öğrenim dalları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin Hidrojen atomu ile ilgili düşünceleri ile öğrenim dalları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri ile öğrenim dalları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin çizimleri ile eğitim gördükleri sınıflar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin betimlemeleri eğitim gördükleri sınıflar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin Hidrojen atomu ile ilgili düşünceleri ile eğitim gördükleri sınıflar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- ✓ “*Atom anketi*” analiz sonuçlarına göre; öğrencilerin atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri ile eğitim gördükleri sınıflar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Veri toplama süreci ve toplanan veriler incelenmiş, elde edilen bulgular 4. bölümde ayrıntılı olarak verilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

3. bölümde kullanılan anketin ve öğrencilerle yapılan görüşmelerin içeriğinden bahsedilerek her bir sorunun nasıl analiz edildiği ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu bölümde örneklemin sorulara verdiği yazılı cevaplarına ve öğrencilerle yapılan birebir görüşmelerdeki sözlü ve yazılı cevaplarına dayanarak atoma dair düşünceleri özetlenmiştir.

Öncelikle öğrencilerin üniversitede öğrenim gördüğü dallara göre verdikleri cevapların arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Daha sonra öğrencilerin eğitim seviyeleriyle verdikleri cevaplar arasında ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Kurulan hipotezler analiz edilerek elde edilen bulgular iki ana başlık halinde sunulmuştur.

4.1 ÖĞRENCİLERİN ÖĞRENİM GÖRDÜĞÜ DALLAR İLE VERDİKLERİ CEVAPLAR ARASINDAKİ İLİŞKİLER:

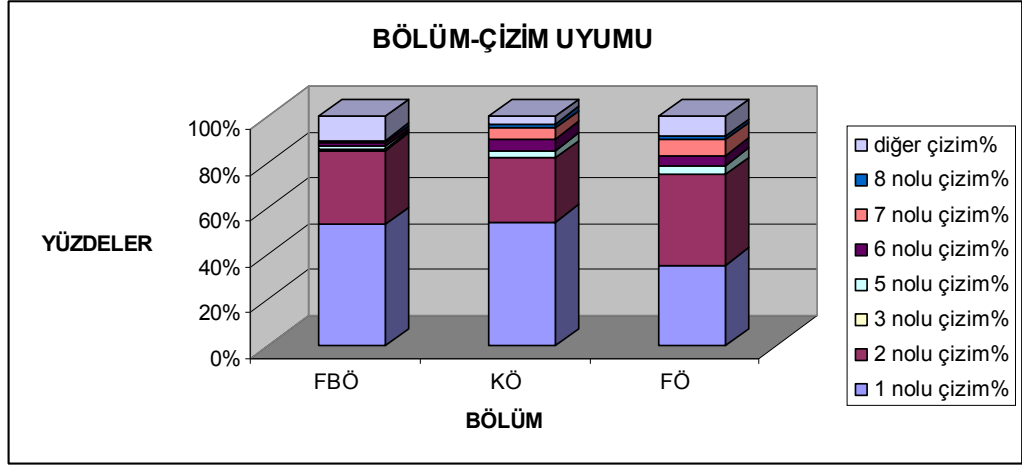
Araştırmanın örneklemini oluşturan öğrenciler Fen Bilgisi Öğretmenliği, Kimya Öğretmenliği ve Fizik Öğretmenliği bölümlerinde öğrenim görmektedir. Bu sebeple öğrencilerin öğrenim gördüğü dallar ile atom anketinde verdikleri cevapları arasında ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen bulgular dört alt başlık halinde sunulmuştur.

4.1.1 Öğrencilerin Öğrenim Dalları ile Yaptıkları Çizimler Arasındaki İlişki:

1. soruda öğrencilerden zihinlerindeki atom modelini çizmelerini istenmiştir. Çizimlerin hangi ölçüte göre kodlandığı 3. bölümde **Şekil 2**'de gösterilmiştir. Öğrencilerin öğrenim dalları ile zihinlerindeki atom modelleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Öncelikle verilerin nitel olarak analizi yapılmıştır. Cevaplar analiz aşamasında kodlanarak yüzdeler halinde grafiğe aktarılmıştır.

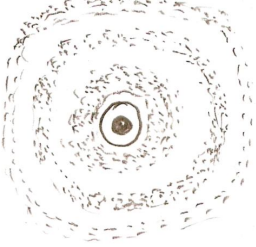
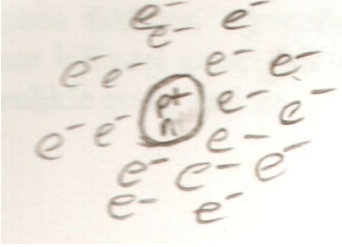

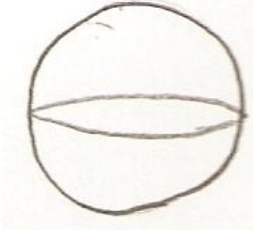
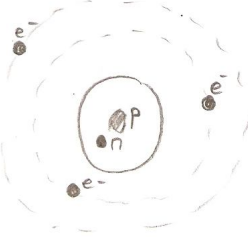
Grafik 2
Öğrencilerin Yaptıkları Çizimlerin Öğrenim Gördüğü Dallara Göre Gruplanması


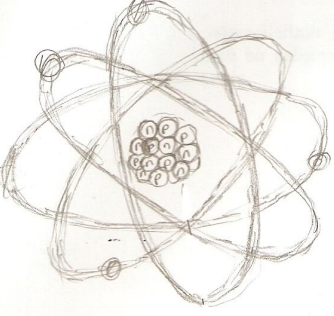


Kodlamanın hangi ölçüte göre yapıldığı daha önce 3. Bölümde “Şekil 2 Atom Modelleri.” ’nde ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Grafik 2’de 1 nolu model 1 nolu çizimi, 2 nolu model 2 nolu çizimi, 3 nolu model 3 nolu çizimi, 4 nolu model 4 nolu çizimi, 5 nolu model 5 nolu çizimi, 6 nolu model 6 nolu çizimi, 7 nolu model 7 nolu çizimi ve 8 nolu model 8 nolu çizimi temsil etmektedir. Bazı öğrenciler, kullanılan bu kodların dışında çizimler yapmışlardır. Bu çizimleri de “*diğer çizimler*” kategorisinde değerlendirilmiştir.

Grafik 2 incelendiğinde öğrencilerin öğrenim 1 ve 2 nolu modellere benzer çizimlerde yoğunlaştığı gözlenmiştir. Araştırmanın evrenini oluşturan öğrencilerin %49’unun 1 nolu modele, %33’ünün 2 nolu modele benzer çizimler yaptıkları gözlenmiştir. 3 nolu modele benzer Kimya ve Fizik öğretmenliği öğrencilerinde, 7 nolu modele benzeyen çizime Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerinde rastlanmamıştır. 4 nolu modele benzer bir çizime hiçbir grupta rastlanmamıştır. Tüm gruplarda *diğer çizimler* kategorisinde değerlendirilen çizimler bulunmaktadır.


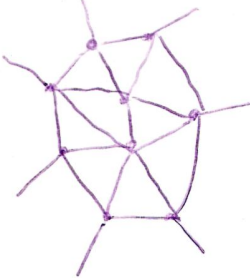
Aşağıda öğrencilerin anket çalışmasında öğrencilerin zihinlerindeki atoma dair yaptıkları çizimlere örnekler sunulmuştur.

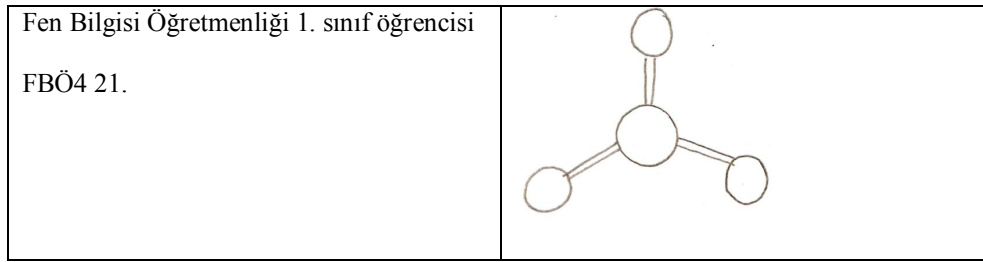
<p>Fen Bilgisi öğretmenliği 1.sınıf öğrencisi-FBÖ1 5.</p> <p>5 nolu çizim</p>	
<p>Fen Bilgisi öğretmenliği 4. sınıf öğrencisi-FBÖ4 9.</p> <p>5 nolu çizim</p>	
<p>Fen Bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencisi-FBÖ 6.</p> <p>1 nolu çizim</p>	
<p>Kimya öğretmenliği 1. sınıf öğrencisi-KÖ 13.</p> <p>6 nolu çizim</p>	
<p>Kimya öğretmenliği 4. sınıf öğrencisi-KÖ 11.</p> <p>1 nolu çizim</p>	

<p>Fizik öğretmenliği 1.sınıf öğrencisi-FÖ1 14.</p> <p>7 nolu çizim</p>	
<p>Fizik öğretmenliği 4. sınıf öğrencisi-FÖ1 3.</p> <p>2 nolu çizim</p>	

Şekil 3 Öğrencilerin Kodlamaya Uyan Çizimlerinden Örnekler.

Çalışmaya katılan bazı öğrenciler, kullanılan bu kodların dışında çizimler yaptıkları belirlenmiştir. Aşağıda “diğer çizimler” kategorisinde değerlendirilen bu çizimlere örnekler verilmiştir.

<p>Fizik Öğretmenliği 1. sınıf öğrencisi</p> <p>FÖ1 40.</p>	
<p>Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf öğrencisi</p> <p>FBÖ1 28.</p>	



Şekil 4 Diğer Çizimler Kategorisinde Değerlendirilen Öğrenci Çizimlerinden Örnekler.

Nicel analiz aşamasında parametrik olmayan ölçümlerde “iki değişken için χ^2 testi” uygulanmıştır. Elde edilen veriler **Tablo 2**’de gösterilmiştir.

Tablo 2

Öğrencilerin Öğrenim Dallarına Göre Yaptıkları Çizimler – χ^2 Testi Sonuçları

		ÇİZİM									
		1	2	3	5	6	7	8	Diğer çizimler	Toplam	
FBÖ	N	86	53	1	2	2		2	17	163	
	%	52.8	32.5	0.6	1.2	1.2		1.2	10.5	100.0	
KÖ	N	33	17		2	3	3	1	2	61	
	%	54.1	27.9		3.3	4.9	4.9	1.6	3.3	100.0	
FÖ	N	25	28		3	3	5	1	6	71	
	%	35.2	39.5		4.2	4.2	7.0	1.4	8.5	100.0	
Toplam	N	144	98	1	7	8	8	4	25	295	
	%	48.8	33.2	0.3	2.4	2.7	2.7	1.4	8.5	100.0	

$$\chi^2 = 24.06 \quad sd=14 \quad p=.045$$

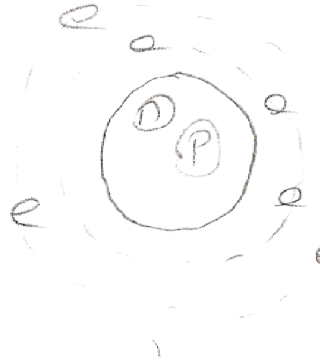
Tablo 2 incelendiğinde farklı bölümlerde öğrenim gören öğrencilerin çizimleri arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu bulunmuştur [$\chi^2(14)=24.06$, $p<.05$; %95 güvenirlilik seviyesi]. Başka bir deyişle öğrencilerin okudukları bölümler yaptıkları çizimler üzerinde etkilidir.

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının %53’ü ve Kimya öğretmen adaylarının %54’ü 1 nolu modele benzer çizimlerde yoğunlaşırken, Fizik öğretmen adaylarının %40’ının 2 nolu modele benzer çizimlerde yoğunlaştıkları gözlenmiştir. 3 nolu modele benzer çizimler sadece Fen Bilgisi öğretmen adaylarında %1 oranında gözlenirken, 7 nolu çizime Fen Bilgisi öğretmen adaylarında rastlanmamıştır. 5, 6 ve 8 numaralı modellere benzer çizimlere az bir yüzdeyle de olsa (~%2-7) bütün

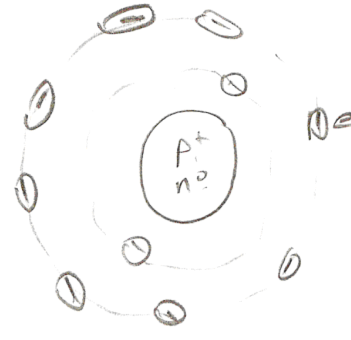
öğretmen adaylarında rastlanmıştır. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının %10'u, Fizik öğretmenliği öğrencilerinin %9'u ve Kimya öğretmen adaylarının %4'ü diğer çizimler kategorisinde değerlendirilen yapmışlardır.

Öğrencilerle yapılan görüşmeler nitel ve nicel analiz sonuçlarını destekler niteliktedir. Öğrencilerin %73'ü 1 nolu modele, %13 ü 2 nolu benzer çizimler yapmıştır. **Şekil 5**'te öğrencilerin çizimlerinden örnekler sunulmuştur.

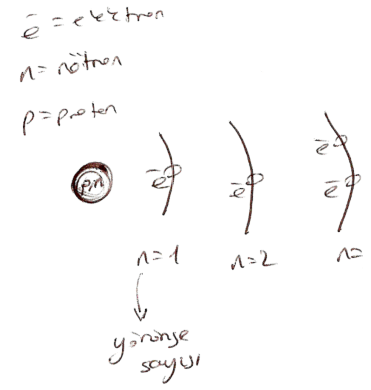
Fen Bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencisinin görüşmede yaptığı çizim-FBÖ1 1:



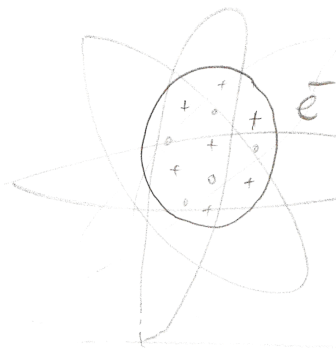
Kimya öğretmenliği 1. sınıf öğrencisinin görüşmede yaptığı çizim-KÖ1 1:



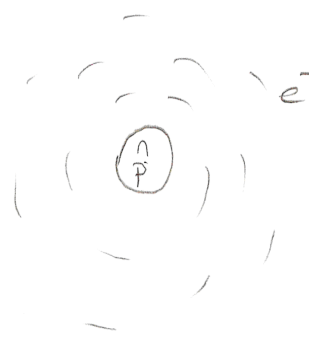
Fizik öğretmenliği 1. sınıf öğrencisinin görüşmede yaptığı çizim - FÖ1 1:



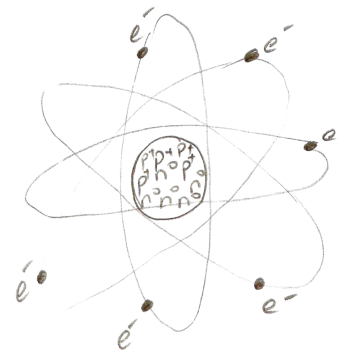
Fen Bilgisi öğretmenliği 4. sınıf öğrencisinin görüşmede yaptığı çizim- FBÖ4 1:



Kimya öğretmenliği 4. sınıf öğrencisinin görüşmede yaptığı çizim- KÖ4 3:



Fizik öğretmenliği 4. sınıf öğrencisinin görüşmede yaptığı çizim - FÖ4 2:



Şekil 5 Öğrencilerin görüşmelerde yaptığı çizimlerden örnekler.

Öğrencilerin büyük çoğunluğu çizdikleri şeklin gerçekte böyle olmadığını düşünmektedir. Görüşmelerde öğrencilere çizdikleri atom modeli hakkında neler düşündükleri sorulmuştur. Aşağıda öğrencilerin görüşmelerde yaptıkları çizimler hakkındaki görüşlerine örnekler sunulmuştur:

“Atom, gerçekte böyle değildir. Artı ve eksi bölgeciklerden oluşur. Eksi bölgecikler daha yoğun ve elektronlar buradadır. Elektronlar yörüngede değil bulutumsu şekillerde çekirdeğin etrafında bulunur. Kafamızda bir şekil oluşturmak için bu şekilde anlatıldı. Gerçekte böyle bir şey yoktur. Hepsi yoğunlaşmış birer enerjidir.” -FÖ4 1.

“Çekirdek aslında yuvarlak değil, yükün yoğunlaştığı bir yer. Yoğun kısmı çekirdek, tam yuvarlak olmayacak şekilde yörüngeler vardır. Kesin çizgiler yoktur.”-FÖ4 2.

“Çekirdek etrafında yörüngeler bulunur, ama gerçekte böyle değil derdim.”FÖ4 3.

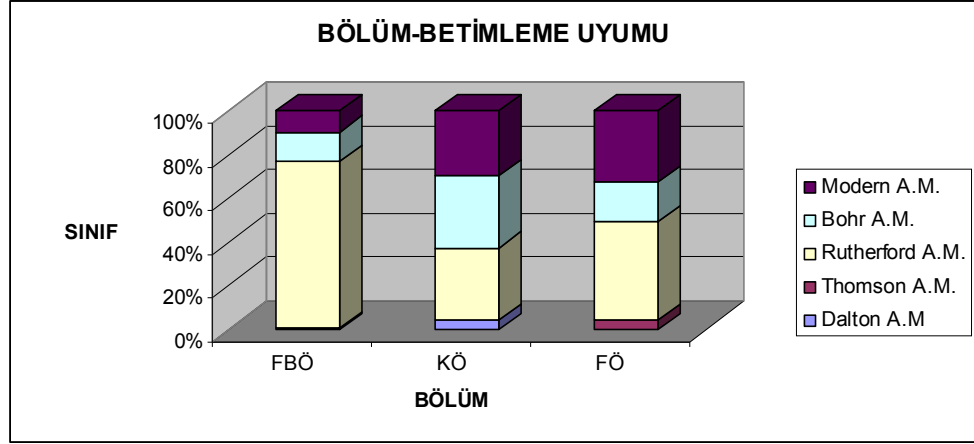
“Elektron mikroskobu ile atomu hiç incelemedik. Şeklini bize bu şekilde gösterdikleri için böyle biliyoruz.”-FÖ4 5.

4.1.2 Öğrencilerin Öğrenim Dalları ile Betimlemeleri Arasındaki İlişki:

2. soruda öğrencilerden zihinlerindeki atom modelini betimlemeleri istenmiştir. Betimlemelerin hangi ölçütlere göre kodlandığı 3. bölümde kodlama kısmında ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Öğrencilerin öğrenim dalları ile betimlemeleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Öncelikle verilerin nitel olarak analizi yapılmıştır. Cevaplar analiz aşamasında kodlanarak yüzdeler halinde grafiğe aktarılmıştır.

Grafik 3
Öğrencilerin Yaptıkları Betimlemelerin Öğrenim Gördüğü Dallara Göre Gruplanması



2. soruda öğrencilerin zihinlerindeki atom modelini betimlemeleri istenmiştir. Başka bir deyişle 1. soruda çizdikleri modeli sözlü olarak ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevapları kodlanarak grafiğe aktarılmıştır. Buna göre, her üç bölümde de Rutherford, Bohr ve Modern atom modellerine benzer betimlemelere rastlanmıştır. Dalton atom modelini temel alan betimlemeler sadece Fizik öğretmen adaylarında gözlenmemiştir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının %1'i, Kimya öğretmen adaylarının %4'ü Dalton atom modelini temel almıştır. Sadece Fizik öğretmen adaylarının Thomson atom modelini temel alan betimlemeler yaptıkları gözlenmiştir. Thomson atom modelini temel alan öğrencilerin oranı %4'tür. Fen Bilgisi ve Fizik öğretmen adaylarında baskın olan model, Rutherford atom modelidir (%76-%45). Rutherford atom modelini temel alan öğrenciler atomu “Çekirdekte p^+ ve n^0 , çevresinde bulunan yörüngelerde e^- lar bulunur.” şeklinde ifade etmişlerdir. Kimya öğretmen adaylarında ise Rutherford, Bohr ve Modern atom modeli temel alan öğrencilerin yüzdeleri birbirine yakındır (%33-%33-%30).

Nicel analiz aşamasında parametrik olmayan ölçümlerde “iki değişken için χ^2 testi” uygulanmıştır. Elde edilen veriler **Tablo 3'** de gösterilmiştir.

Tablo 3
Öğrencilerin Öğrenim Dallarına Göre Yaptıkları Betimlemeler - χ^2 Testi
Sonuçları

		BETİMLEME					
		Dalton A.M.	Thomson A.M.	Rutherford A.M.	Bohr A.M.	Modern A.M.	Toplam
FBÖ	N	1		124	22	16	163
	%	0.6		76.1	13.5	9.8	100.0
KÖ	N	3		20	20	18	61
	%	4.9		32.8	32.8	29.5	100.0
FÖ	N		3	32	13	23	71
	%		4.2	45.1	18.3	32.4	100.0
Toplam	N	4	3	176	55	57	295
	%	1.4	1.0	59.7	18.6	19.3	100.0

$$\chi^2 = 60.12 \quad sd=8 \quad p=.00$$

Tablo 3 incelendiğinde farklı bölümlerde öğrenim gören öğrencilerin betimlemeleri arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu bulunmuştur [$\chi^2(8)= 60.12$, $p<.05$]. Başka bir deyişle öğrencilerin okudukları bölümler yaptıkları betimlemeler üzerinde etkilidir.

Öğrencilerle yapılan birebir görüşmelerde, öğrenciler zihinlerindeki atomu betimlerken genellikle “Çekirdekte p^+ ve n^0 , çevresinde bulunan yörüngelerde e^- ’lar bulunur.” tanımını yaptıkları gözlenmiştir. Bazı öğrenciler bu tanıma ilave bilgiler vermiş, fakat çoğu sadece bu tanıma vermekle yetinmiştir. Aşağıda öğrencilerin görüşmelerde yaptıkları betimlemelere örnekler sunulmuştur:

“Çekirdekte proton, nötron ve atom altı parçacıklar, çevrede belli yörüngelerde elektronlar bulunur. Her yörüngede bulunamaz. Yörüngeler elips şeklindedir. Daire şeklinde olmasının nedeni, Rutherford’ un α tanecikleri göndererek saçılmanın her yönde olduğunu görmesinden kaynaklanır.”-FBÖ4 5.

“Atom zeytine benzetilebilir. Zeytinin çekirdeği çekirdek, içinde p ve n vardır. Etlisi kısmı ise elektronlardır.”-KÖ4 3.

“Çok yoğun bir çekirdek, içinde homojen bir şekilde dağılmış nötr ve artı yüklü parçalar. Etrafında ise elektronların yörüngeleri bulunur.”-FBÖ4 1.

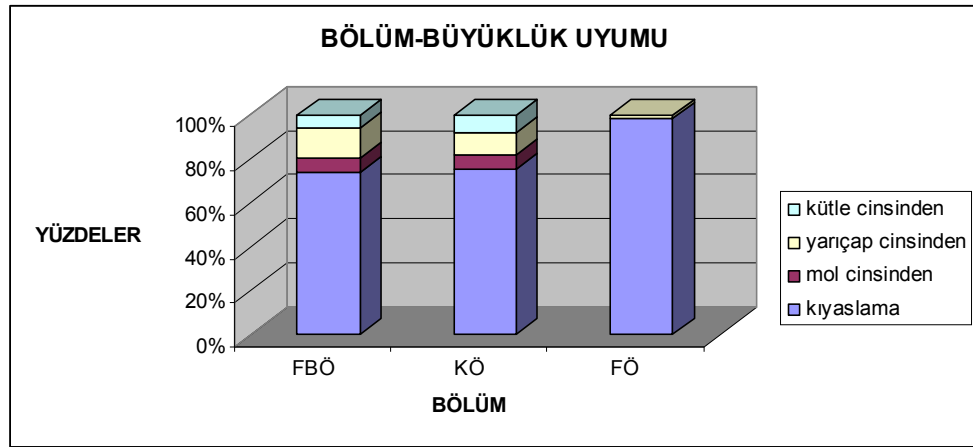
4.1.3 Öğrencilerin Öğrenim Dalları ile Hidrojen Atomu ile İlgili Düşünceleri Arasındaki İlişki:

3. soruda öğrencilerin Hidrojen atomunun büyüklüğü ile ilgili düşünceleri sorulmuştur. Hidrojen en küçük atomdur. Öğrencilere Hidrojen atomunun büyüklüğünü sorulmasındaki amaç, öğrencilerin atomun büyüklüğünü bilip bilmediklerini tespit etmektir. Öğrencilerin verdiği cevapların hangi ölçütlere göre kodlandığı 3. bölümde kodlama kısmında ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Öğrencilerin öğrenim dalları ile öğrencilerin Hidrojen atomu ile ilgili düşünceleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Öncelikle verilerin nitel olarak analizi yapılmıştır. Cevaplar analiz aşamasında kodlanarak yüzdeler halinde grafiğe aktarılmıştır.

Grafik 4

Öğrencilerin Hidrojen Atomuna Dair Düşüncelerinin Öğrenim Gördüğü Dallara Göre Gruplanması



Anket çalışmasına katılan öğretmen adaylarının büyük bölümü “Hidrojen atomunun büyüklüğü” sorusuna yanıt verirken bilinen bir büyüklük ile kıyaslayarak ifade ettikleri gözlenmiştir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının %74’ü, Kimya öğretmen adaylarının %75’i ve Fizik öğretmen adaylarının neredeyse tamamına yakını (~%99) atomun büyüklüğünü betimlerken bilinen bir büyüklük ile kıyaslama yoluna gitmiştir. Öğrenciler bu büyüklüğe dair rakamsal değer vermek yerine, bildikleri bir büyüklükle karşılaştırma yoluna gitmiştir. Fen Bilgisi ve Kimya

öğretmen adayları atomun büyüklüğünü ifade ederken mol cinsinden, yarıçap cinsinden ve kütle cinsinden ifadelerle rastlanırken, Fizik öğretmen adaylarında sadece %1 oranında yarıçap cinsinden ifadelerle rastlanmıştır. Aşağıda öğrencilerin Hidrojen atomunun büyüklüğünü tarif ederken kullandıkları ifadelerle örnekler sunulmuştur.

<p><u>Bilinen bir büyüklük ile kıyaslama</u></p>	<p>“Dünyanın en büyük futbol sahasında bir bilye gibi.” -FBÖ4 23.</p> <p>“Oksijenden daha küçük.” -FBÖ1 23.</p> <p>“Su damlasının milyonda biri kadar.” -KÖ1 21.</p> <p>“İnsan hücresi kadar.” FBÖ4 25.</p> <p>“Okyanusta bir damla su gibidir.” FÖ4 24.</p>
<p><u>Mol cinsinden ifadeler</u></p>	<p>“$1/N=1/6,02 \cdot 10^{23}$ tanecik.” FBÖ1 2.</p> <p>“0,5 litre pet şişedeki suda $\rightarrow 18/500 \cdot 6 \cdot 10^{23}$.” KÖ1 21.</p> <p>“1 g /$6,02 \times 10^{23}$ tanecik.” KÖ4 11.</p>
<p><u>Yarıçap cinsinden ifadeler</u></p>	<p>“$r=10^{-8}, 10^{-12}$ olan küre.” FÖ4 25.</p> <p>“$r=3 \times 10^{-15}$ mm.” KÖ1 6.</p> <p>“$r_0 = 1,5 \text{ fm} (10^{-15} \text{ m})$.” FÖ4 15.</p> <p>“1 pm.” FBÖ4 7.</p> <p>“1,2 Å.” FBÖ4 9.</p> <p>“10×10^{-8} mikron.” -FBÖ1 9.</p> <p>“10^{-17} m.” KÖ1 35.</p>
<p><u>Kütle cinsinden ifadeler</u></p>	<p>“2 gram.” -FBÖ1 1.</p> <p>“$6,02 \times 10^{23}$ gram.” KÖ1 5.</p> <p>“1/N gram.” FBÖ1 8.</p> <p>“2/N gram.” FBÖ1 11.</p>

Nicel analiz aşamasında parametrik olmayan ölçümlerde “iki değişken için χ^2 testi” uygulanmıştır. Elde edilen veriler **Tablo 4**'de gösterilmiştir.

Tablo 4
Öğrencilerin Öğrenim Dallarına Göre Hidrojen Atomunun Büyüklüğüne Dair
Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları

BÜYÜKLÜK						
		Bilinen bir büyüklük ile kıyaslama	Mol cinsinden ifade	Yarıçap cinsinden ifade	Kütle cinsinden ifade	Toplam
FBÖ	N	120	11	22	10	163
	%	73.7	6.8	13.5	6.1	100.0
KÖ	N	46	4	6	5	61
	%	75.4	6.6	9.8	8.2	100.0
FÖ	N	70		1		71
	%	98.6		1.4		100.0
Toplam	N	236	15	29	15	295
	%	80.0	5.1	9.8	5.1	100.0

$$\chi^2 = 21.3 \quad sd=6 \quad p=.002$$

Tablo 4 incelendiğinde farklı bölümlerde öğrenim gören öğrencilerin Hidrojen atomunun büyüklüğüne dair düşünceleri arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu bulunmuştur [$\chi^2(6)= 21.3$, $p<.05$]. Öğrencilerin okudukları bölümler atomun büyüklüğüne dair fikirlerini ifade etmeleri üzerinde etkilidir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde, öğrencilerin neredeyse tamamı Hidrojen atomunun büyüklüğünü tarif ederken bilinen bir büyüklük ile kıyaslamışlar, rakamsal ifadeler kullanmaktan kaçınmışlardır. Aşağıda öğrencilerin görüşmelerde Hidrojen atomunun büyüklüğü ile ilgili verdikleri cevaplara örnekler sunulmuştur:

“Yuvarlak akvaryumlar var ya, onun içini deniz kumu ile doldururum. Ondan bir tanesi H atomu olsun. Kavanozun tamamı da 1 mol H’dir.” -KÖ1 1.

“1p ve 1e. Çapı 10^{-15} m. Çok küçük gözle görülemez. Elektron mikroskobu ile görülür”. -FÖ4 5.

“Toz gözle görülmez. Ondan daha küçüktür. Çıplak gözle görülmez.” FÖ4 3.

“1p ve 1e vardır. Tek bir H atomu, bir toz zerreciğinden bile daha küçüktür. Tahtaya bir nokta koyarım. Hepimiz bu noktayı görüyoruz ama H atomu bu noktadan bile daha ufaktır. Hiçbir şekilde görülmez.” -FÖ4 2.

“ 10^{15} fermi, 10^4 fermi.” -FÖ4 1.

Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, bazı öğrenciler Hidrojen atomunu Hidrojen iyonu olarak algıladıkları gözlenmiştir.

“H atomu 1 proton anlamına geliyor. H^+ . Protonun bir büyüklüğü var ona eşittir.” -KÖ1 3.

“ H^+ . Gezegene, dünyaya benzer. Uydular ve gezegen örnek verilebilir.” -KÖ1 4.

“1 e var. Hidrojen Atomun Çekirdeğindedir.” KÖ1 5.

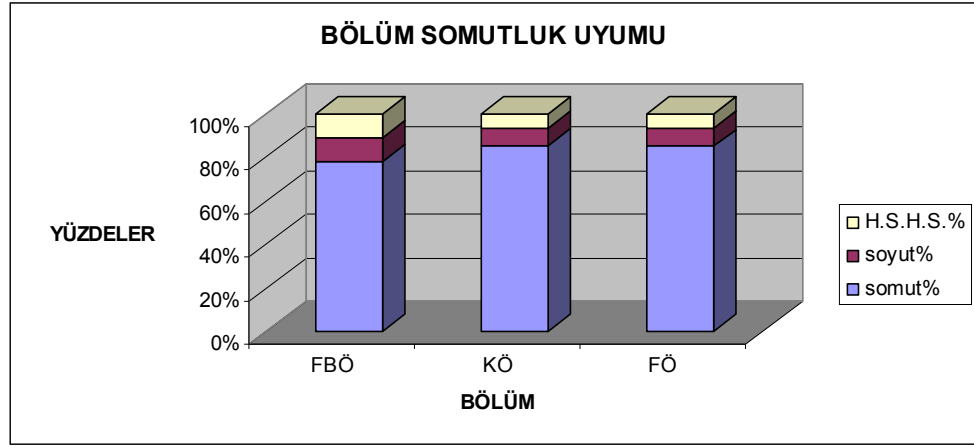
4.1.4 Öğrencilerin Öğrenim Dalları ile Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşünceleri Arasındaki İlişki:

4. soruda öğrencilerden öğrencilerin atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri sorulmuştur. Öğrencilerin verdiği cevapların hangi ölçütlere göre kodlandığı 3. bölümde kodlama kısmında ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Öğrencilerin öğrenim dalları ile öğrencilerin atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Öncelikle verilerin nitel olarak analizi yapılmıştır. Cevaplar analiz aşamasında kodlanarak yüzdeler halinde grafiğe aktarılmıştır.

Grafik 5

Öğrencilerin Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşüncelerinin Öğrenim Gördüğü Dallara Göre Gruplanması



Öğrencilerin atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri grafiğe aktarılmıştır. Her üç grupta da baskın olan düşünce atomun somut olduğu yönündedir. Tüm gruplarda öğrencilerin %81'i "atom"u somut olarak düşünmektedir. Her grupta atomun soyut yada hem somut hem soyut olduğu fikrine sahip olan öğrenciler bulunmaktadır. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının %78'i, Kimya öğretmen adaylarının %85'i ve Fizik öğretmen adaylarının %86'sı atomu somut olarak düşünmektedir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının %11'i atomu soyut olarak düşünmekte, %11'i hem somut hem de soyut olduğunu düşünmektedir. Kimya öğretmen adaylarının %8'i atomu soyut olarak düşünmekte, %7'si hem somut olduğunu düşünmektedir. Fizik Öğretmen adaylarının %9'u atomu soyut olduğunu düşünmekte, %6'sı ise hem soyut hem somut olduğunu düşünmektedir. Aşağıda öğrencilerin atomu niçin somut, soyut yada hem somut hem de soyut olarak düşündüklerine dair yaptıkları açıklamalara örnekler sunulmuştur:

- **Somuttur.** Çünkü;

"Deneylerle ispatlanmıştır." FBÖ1 6.

"Maddenin yapıtaşdır." FBÖ1 4.

"Molekül ve bileşik oluşturur. n,p ve e'den oluşur." FBÖ4 9.

"5 duyu ile hissedilebilir." FBÖ4 8.

“5 duyu organı ile hissedilemez ama vardır.” FBÖ1 4.

“Parçalanabilir.” FÖ1 34.

“Belirli kütlesi ve hacmi vardır”. FBÖ4 13.

“Canlılık faaliyeti gösteren her şey somuttur.” KÖ4 9.

- **Soyuttur.** Çünkü;

“Zihnimize canlandırabiliyoruz.” FÖ4 7.

“Duyu organları ile algılanamaz.” FÖ1 23.

“Rakamlar gibi başka şeyleri açıklamak için ortaya atıldı.” KÖ1 2.

“Enerjidir.” FÖ4 22..

“Gözle görülmez.” F1 29.

“Vardır ama göremiyoruz, hissedemiyoruz.” FBÖ4 8.

“Görmek mümkün değil teorilerle anlamak mümkündür.” FBÖ4 13.

- **Hem somut, hem soyuttur.** Çünkü,

“Maddenin yapı taşı olarak somuttur, öğrenciler soyut olarak düşünmektedir.” FBÖ1 1.

“Gözle görülmez fakat varlığı ispatlanmıştır.” FBÖ1 11.

“Teknolojinin yetersizliğinden dolayı somutlaştıramıyoruz.” FBÖ1 21.

“İspatlanabilir ama küçüktür.” FBÖ1 13.

“Gözle göremeyiz.” FBÖ4 5.

“Zihinde canlandırmak güçtür.” FBÖ4 18.

“Maddenin yapıtaşındır ama gözle görülemez.” FÖ1 4

“Klasik fizik boyutlarında somut, mikroskobik boyutlarda soyuttur.” FÖ4 15.

Nicel analiz aşamasında parametrik olmayan ölçümlerde “iki değişken için χ^2 testi” uygulanmıştır. Elde edilen veriler **Tablo 5**'de gösterilmiştir.

Tablo 5

Öğrencilerin Öğrenim Dallarına Göre Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları

		SOMUTLUK-SOYUTLUK			
		Somut	Soyut	Hem Somut Hem Soyut	Toplam
FBÖ	N	127	18	18	163
	%	78	11.0	11.0	100.0
KÖ	N	52	5	4	61
	%	85.2	8.2	6.6	100.0
FÖ	N	61	6	4	71
	%	85.9	8.5	5.6	100.0
Toplam	N	240	29	26	295
	%	81.4	9.8	8.8	100.0

$$\chi^2=3.16 \quad sd=4 \quad p=.531$$

Tablo 5 incelendiğinde farklı bölümlerde öğrenim gören öğrencilerin atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir [$\chi^2(4)=3.16, p>.05$]. Başka bir deyişle öğrencilerin okudukları bölümler atomun somut olup olmadığına dair fikirleri üzerinde etkili değildir.

Öğrencilerle yapılan görüşmeler incelendiğinde, öğrencilerin %80'i atomu somut olarak düşünmektedir. %20'lik kısım ise atomu soyut yada hem somut hem soyut olarak düşünmektedir. Aşağıda öğrencilerin görüşmelerde atomu niçin somut, niçin soyut yada niçin hem somut hem soyut olarak düşündüklerine dair açıklamalarına örnekler sunulmuştur:

- **Somuttur. Çünkü;**

“5 duyardan kasıt görmek zorunda değilim. Etkileşimini görüyorum. Tuzlu su çözeltisi elektrik akımını iletiyor. Elektrik akımı elektronlarla birlikte oluşur. İllaki görmem gerekmiyor. Etkilerini görüyorum.” –KÖ1 2.

“1-2 molünü gözlemleyebiliyoruz. Ne kadar küçük parçalara ayrılrsa da somuttur. Soyutlar birleşerek somut bir şey oluşmaz.” –KÖ1 6.

“Teknolojinin ilerlemesini göz önüne alırsak soyut demek yanlış olur. Bu kadar çok çalışma yapıldıysa soyut olmadığını istemeyerek de olsa söylüyorum. Somut bir şey değil aslında. Maddenin çok yoğunlaşmış halidir.” –FÖ4 6.

- **Soyuttur. Çünkü;**

“Net bir şekilde gözlenemez. Reaksiyonlar sonucu ortaya çıkar. Elle tutulamaz.” –FBÖ4 2.

“Atom somuttur ama göremediğimiz için soyuttur. Ben soyut olduğunu düşünüyorum. Çünkü görmedim.” –KÖ4 2.

- **Hem somut hem soyuttur. Çünkü;**

“Masanın atomlarını incelerim, p,n ve e görebilirim. Ama masaya baktığımda göremem.” –FÖ1 6.

“Varlığı biliniyor fakat ispatı kolay değildir.” –FÖ1 3

“Somuttur çünkü vardır, soyuttur çünkü görme imkanı yoktur.” –FBÖ4 4.

Öğrenciler ile yapılan anket ve görüşmelerden elde edilen bulgular öğrenim dallarına göre incelendiğinde şu sonuçlara varılmıştır:

- ✓ Fen Bilgisi ve Kimya öğretmen adaylarının çoğunluğunun çizimleri 1 nolu modele, Fizik öğretmen adaylarının çizimleri 2 nolu modele benzemektedir. Fakat öğrencilerin büyük çoğunluğu aslında atomun şeklinin böyle olmadığını düşünmektedir.
- ✓ Fen Bilgisi ve Fizik öğretmen adaylarının çoğunluğunun betimlemeleri Rutherford atom modeline benzemektedir. Kimya öğretmen adaylarının betimlemelerinde Rutherford, Bohr ve Modern atom modeline benzer betimlemelerin oranı birbirine yakındır.

- ✓ Atomun büyüklüğünü ifade ederken her üç bölümde de öğrencilerin büyük çoğunluğu bilinen bir büyüklük ile kıyaslama yolunu seçmiştir.
- ✓ Her üç bölüm de öğrencilerin büyük çoğunluğu atomun somut olduğunu düşünmektedir.

4.2 ÖĞRENCİLERİN EĞİTİM GÖRDÜĞÜ SINIFLAR İLE VERDİKLERİ CEVAPLAR ARASINDAKİ İLİŞKİLER:

Araştırmanın örneklemini oluşturan öğrenciler Fen Bilgisi Öğretmenliği, Kimya Öğretmenliği ve Fizik Öğretmenliği bölümlerinde 1. sınıf ve 4. sınıflarda eğitim görmektedir. Bu sebeple öğrencilerin eğitim gördüğü sınıflar ile Atom Anketi'nde verdikleri cevapları arasında ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen bulgular dört alt başlık halinde sunulmuştur.

Araştırmanın evrenini oluşturan öğrenciler 3 ana gruptan oluşmaktadır. Bu nedenle Fen Bilgisi, Fizik ve Kimya öğretmenliği öğrencileri eğitim seviyelerine göre kendi aralarında değerlendirilmiştir.

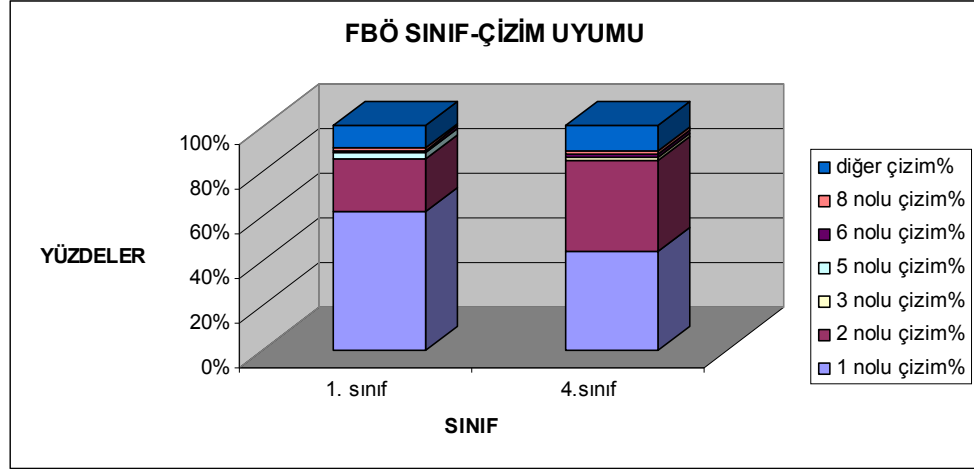
4.2.1 Öğrencilerin Eğitim Gördüğü Sınıflar ile Yaptıkları Çizimler Arasındaki İlişki:

1. soruda öğrencilerden zihinlerindeki atom modelini çizmelerini istenmiştir. Öğrencilerin eğitim gördüğü sınıflar ile zihinlerindeki atom modelleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Öncelikle verilerin nitel olarak analizi yapılmıştır. Cevaplar analiz aşamasında kodlanarak yüzdeler halinde grafiklere aktarılmıştır.

Grafik 6

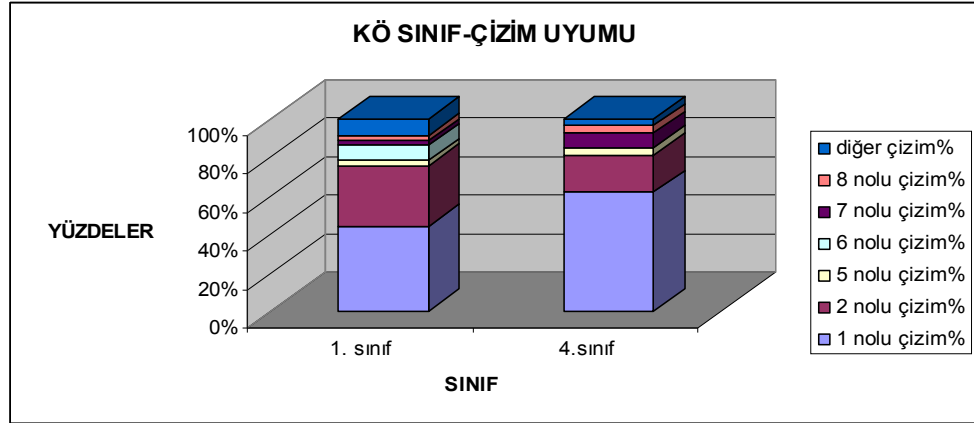
Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Çizimlerin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Fen Bilgisi öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre yaptıkları çizimler incelenmiştir. 1. ve 4. sınıf öğretmen adaylarının çizimleri 1 ve 2 nolu çizimlerde yoğunlaşmıştır. 4 nolu çizim her iki seviyede de gözlenmemiştir. 1. sınıf öğretmen adaylarında 1 nolu çizim %62 ve 2 nolu çizim %24 oranında gözlenmiştir. 3 nolu çizim gözlenmemiştir. 5, 6 ve 8 nolu çizimler az bir yüzdeyle de olsa gözlenmiştir (~%2). Diğer çizimler kategorisinde değerlendirilen çizimler %10 oranında gözlenmiştir. 4. sınıf öğretmen adaylarında 1 nolu çizim %44 ve 2 nolu çizim %41 oranında gözlenmiştir. 5 nolu çizim gözlenmemiştir. 3, 6 ve 8 nolu çizimler az bir yüzdeyle de olsa gözlenmiştir (%1). Diğer çizimler kategorisinde değerlendirilen çizimler %11 oranında gözlenmiştir.

Grafik 7

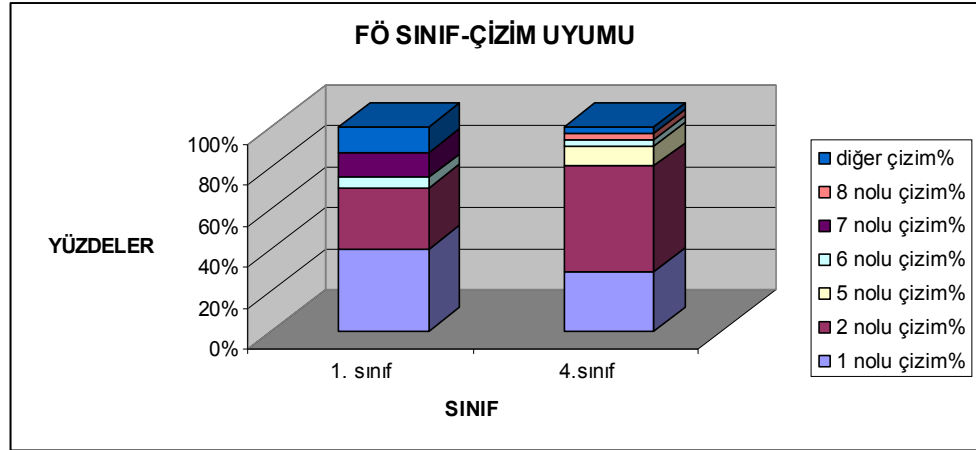
Kimya Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Çizimlerin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Kimya öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre yaptıkları çizimler incelenmiştir. 1. ve 4. sınıf öğretmen adaylarının çizimleri 1 ve 2 nolu çizimlerde yoğunlaşmıştır. 3 nolu çizim her iki seviyede de gözlenmemiştir. 1. sınıf öğretmen adaylarında 1 nolu çizim %49, 2 nolu çizim %34 oranında gözlenmiştir. 5 ve 7 nolu çizim %3, 6 nolu çizim %9 oranında gözlenmiştir. 8 nolu çizim gözlenmemiştir. Diğer çizimler kategorisinde değerlendirilen çizimlerin oranı %3'tür. 4. sınıf öğretmen adaylarında 1 nolu çizim %62, 2 nolu çizim %19 oranında gözlenmiştir. 5 ve 8 nolu çizim %4, 7 nolu çizim %8 oranında gözlenmiştir. 6 nolu çizim gözlenmemiştir. Diğer çizimler kategorisinde değerlendirilen çizimlerin oranı %4'tür.

Grafik 8

Fizik Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Çizimlerin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Fizik öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre yaptıkları çizimler incelenmiştir. 1. ve 4.sınıf öğretmen adaylarının çizimleri 1 ve 2 nolu çizimlerde yoğunlaşmıştır. 3 nolu çizim her iki seviyede de gözlenmemiştir. 1. sınıf öğretmen adaylarında 1 nolu çizim %40, 2 nolu çizim %30 oranında gözlenmiştir. 6 nolu çizim %5, 7 nolu çizim %12,5 oranında gözlenmiştir. 5 ve 8 nolu çizimler gözlenmemiştir. Diğer çizimler kategorisinde değerlendirilen çizimlerin oranı %12,5'tir. 4. sınıf öğretmen adaylarında 1 nolu çizim %29, 2 nolu çizim %52 oranında gözlenmiştir. 5 nolu çizim %10, 6 ve 8 nolu çizim %4 oranında gözlenmiştir. 7 nolu çizim gözlenmemiştir. Diğer çizimler kategorisinde değerlendirilen çizimlerin oranı %4'tür.

Nicel analiz aşamasında parametrik olmayan ölçümlerde "iki değişken için χ^2 testi" uygulanmıştır. Elde edilen veriler tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 6
Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları Çizimler - χ^2 Testi Sonuçları

		ÇİZİM-FBÖ								
		1	2	3	5	6	8	Diğer Çizimler	Toplam	
1.sınıf	N	51	20		2	1	1	8	83	
	%	61.5	24.1		2.4	1.2	1.2	9.6	100.0	
4.sınıf	N	35	33	1		1	1	9	80	
	%	43.8	41.3	1.2		1.2	1.2	11.3	100.0	
Toplam	N	86	53	1	2	2	2	17	163	
	%	52.8	32.5	0.6	1.2	1.2	1.2	10.4	100.0	

$$\chi^2 = 9.2 \quad sd=6 \quad p=.164$$

Tablo 6 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çizimleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir [$\chi^2(6)=9.2$, $p>.05$]. Başka bir deyişle öğrencilerin eğitim seviyeleri yaptıkları çizimler üzerinde etkili değildir.

Tablo 7
Kimya Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları Çizimler - χ^2 Testi Sonuçları

		ÇİZİM-KÖ								
		1	2	5	6	7	8	Diğer Çizimler	Toplam	
1.sınıf	N	17	12	1	3	1		1	35	
	%	48.5	34.2	2.9	8.6	2.9		2.9	100.0	
4.sınıf	N	16	5	1		2	1	1	26	
	%	61.6	19.3	3.8		7.7	3.8	3.8	100.0	
Toplam	N	33	17	2	3	3	1	2	61	
	%	54.1	27.9	3.3	4.9	4.9	1.6	3.3	100.0	

$$\chi^2 = 6.05 \quad sd=6 \quad p=.42$$

Tablo 7 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Kimya öğretmen adaylarının çizimleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir [$\chi^2(6)=6.05$, $p>.05$]. Başka bir deyişle öğrencilerin eğitim seviyeleri yaptıkları çizimler üzerinde etkili değildir.

Tablo 8

Fizik Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları Çizimler - χ^2
Testi Sonuçları

		ÇİZİM-FÖ							
		1	2	5	6	7	8	Diğer Çizimler	Toplam
1.sınıf	N	16	12		2	5		5	40
	%	40.0	30.0		5.0	12.5		12.5	100.0
4.sınıf	N	9	16	3	1		1	1	31
	%	29.1	51.6	9.7	3.2		3.2	3.2	100.0
Toplam	N	25	28	3	3	5	1	6	71
	%	35.2	39.4	4.2	4.2	7.1	1.4	8.5	100.0

$$\chi^2=13.61 \quad sd=6 \quad p=.34$$

Tablo 8 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin çizimleri arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir [$\chi^2(6)=13.61$, $p<.05$]. Başka bir deyişle eğitim seviyeleri sınıf yaptıkları çizimler üzerinde etkilidir.

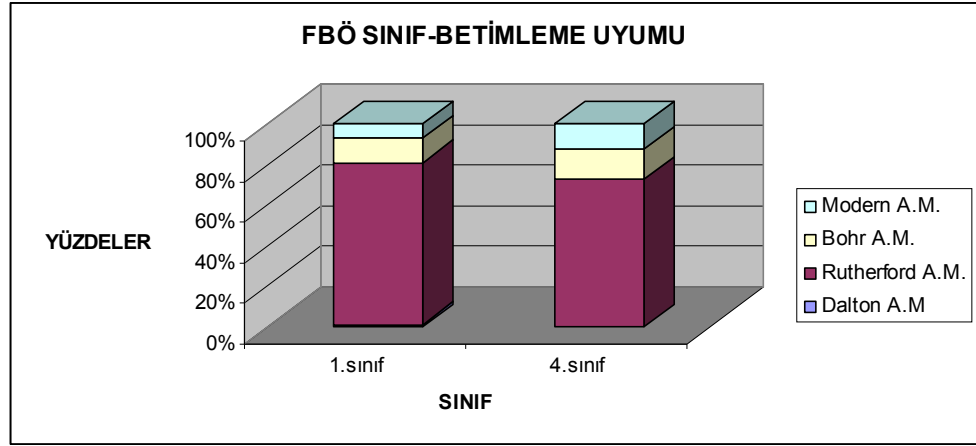
4.2.2 Öğrencilerin Eğitim Gördüğü Sınıflar ile Betimlemeleri Arasındaki İlişki:

2. soruda öğrencilerden zihinlerindeki atom modelini betimlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin eğitim gördüğü sınıflar ile betimlemeleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Öncelikle verilerin nitel olarak analizi yapılmıştır. Cevaplar analiz aşamasında kodlanarak yüzdeler halinde grafiğe aktarılmıştır.

Grafik 9

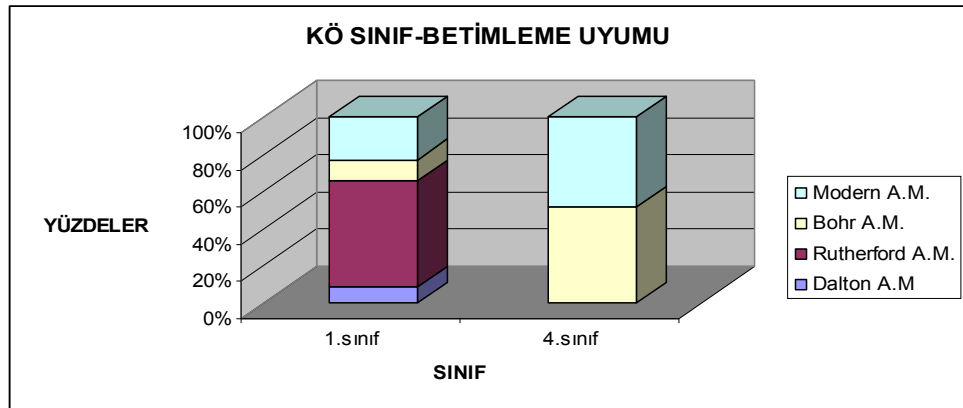
Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Betimlemelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Fen Bilgisi öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre betimlemeleri incelenmiştir. Her iki seviyede de Thomson atom modelini temel alan betimlemelere rastlanmamıştır. Dalton atom modeli sadece *1. sınıf* öğretmen adaylarında %1 oranında gözlenmiştir. Her iki seviyede de baskın olan model Rutherford atom modeli olup oranlar sırasıyla %80 ve %73'tür. *1. sınıf* öğretmen adaylarında Bohr atom modeli %12 oranında gözlenirken, *4. sınıf* öğretmen adaylarındaki oranı %15'tir. Modern atom modeli *1. sınıf* öğretmen adaylarında %7 oranında gözlenirken, *4. sınıf* öğretmen adaylarındaki oranı %13'tür.

Grafik 10

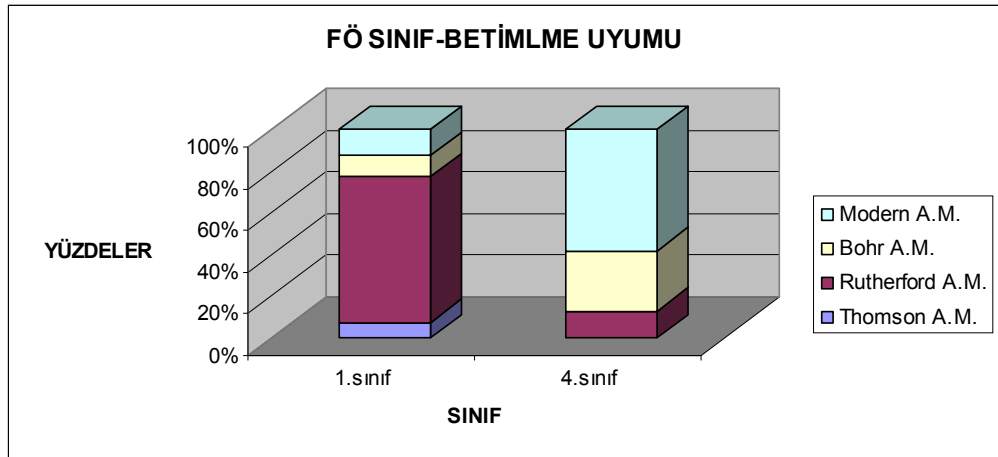
Kimya Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Betimlemelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Kimya öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre betimlemeleri incelenmiştir. Her iki seviyede de Thomson atom modelini temel alan betimlemelere rastlanmamıştır. Dalton atom modeli ve Rutherford atom modeli sadece *1. sınıf* öğretmen adaylarında sırasıyla %9 ve %57 oranlarında gözlenmiştir. *1. sınıf* öğretmen adaylarında Bohr atom modeli %11, Modern atom modeli %23 oranında gözlenmiştir. *4. sınıf* öğretmen adaylarında Bohr atom modeli %62, Modern atom modeli %38 oranında gözlenmiştir. *1. sınıf* öğretmen adaylarında baskın olan çizim Rutherford atom modeli iken, *4. sınıfta* ise Bohr atom modelidir.

Grafik 11

Fizik Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Betimlemelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Fizik öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre betimlemeleri incelenmiştir. Her iki seviyede de Dalton atom modelini temel alan betimlemelere rastlanmamıştır. Thomson atom modeli sadece *1. sınıf* öğretmen adaylarında %8 oranında gözlenmiştir. *1. sınıf* öğretmen adaylarında baskın olan çizim %70 oranında gözlenen Rutherford atom modelidir. Bohr atom modeli %10, Modern atom modeli %13 oranında gözlenmiştir. *4. sınıf* öğretmen adaylarında baskın olan çizim %58 oranında gözlenen Modern atom modelidir. Rutherford atom modeli %13, Bohr atom modeli %29 oranında gözlenmiştir. *1. sınıf* öğretmen adaylarında baskın olan çizim Rutherford atom modeli iken, *4. sınıfta* ise Modern atom modelidir.

Nicel analiz aşamasında parametrik olmayan ölçümlerde “iki değişken için χ^2 testi” uygulanmıştır. Elde edilen veriler tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 9

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları
Betimlemeler - χ^2 Testi Sonuçları

BETİMLEME-FBÖ						
		Dalton A.M.	Rutherford A.M.	Bohr A.M.	Modern A.M.	Toplam
1.sınıf	N	1	66	10	6	83
	%	1.2	79.5	12.1	7.2	100.0
4.sınıf	N		58	12	10	80
	%		72.5	15.0	12.5	100.0
Toplam	N	1	124	22	16	163
	%	0.6	76.1	13.5	9.8	100.0

$$\chi^2 = 2.64 \quad sd=3 \quad P=.45$$

Tablo 9 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmen adaylarının betimlemeleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir [$\chi^2(3)=2.64$, $p>.05$]. Başka bir deyişle Öğrencilerin eğitim seviyeleri yaptıkları betimlemeler üzerinde etkili değildir.

Tablo 10

Kimya Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları
Betimlemeler - χ^2 Testi Sonuçları

BETİMLEME-KÖ						
		Dalton A.M.	Rutherford A.M.	Bohr A.M.	Modern A.M.	Toplam
1.sınıf	N	3	20	4	8	35
	%	8.6	57.1	11.4	22.9	100.0
4.sınıf	N			16	10	26
	%			61.5	38.5	100.0
Toplam	N	3	20	20	18	61
	%	4.9	32.8	32.8	29.5	100.0

$$\chi^2 = 29.74 \quad sd=3 \quad P=.000$$

Tablo 10 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Kimya öğretmen adaylarının betimlemeleri arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir [$\chi^2(3)=29.74$, $p<.05$]. Başka bir deyişle Öğrencilerin eğitim seviyeleri yaptıkları betimlemeler üzerinde etkilidir.

Tablo 11
Fizik Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Yaptıkları
Betimlemeler - χ^2 Testi Sonuçları.

BETİMLEME-FÖ						
		Dalton A.M.	Rutherford A.M.	Bohr A.M.	Modern A.M.	Toplam
1.sınıf	N	3	28	4	5	40
	%	7.5	70.0	10.0	12.5	100.0
4.sınıf	N		4	9	18	31
	%		12.9	29.0	58.1	100.0
Toplam	N	3	32	13	23	71
	%	4.2	45.1	18.3	32.4	100.0

$$\chi^2=29.6 \quad sd=3 \quad p=.000$$

Tablo 11 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fizik öğretmen adaylarının arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir [$\chi^2(3)=29.6$, $p<.05$]. Başka bir deyişle Öğrencilerin eğitim seviyeleri yaptıkları betimlemeler üzerinde etkilidir.

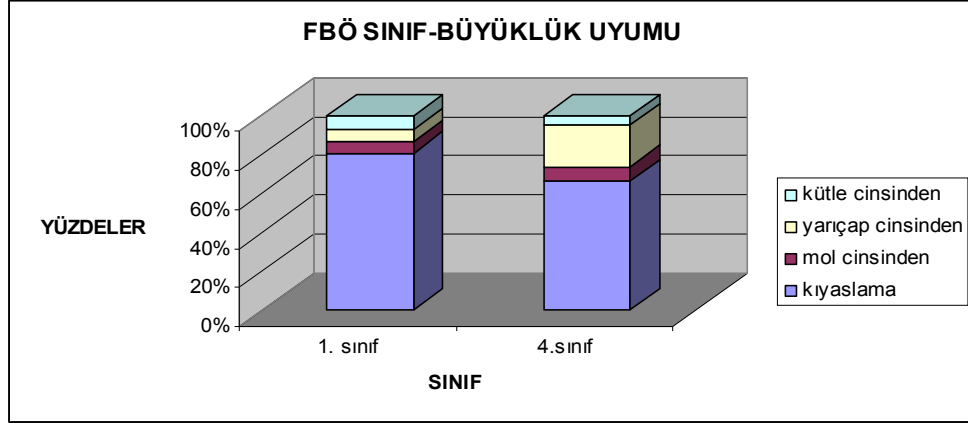
4.2.3 Öğrencilerin Eğitim Gördüğü Sınıflar ile Hidrojen Atomu ile İlgili Düşünceleri Arasındaki İlişki:

3. soruda öğrencilerden öğrencilerin Hidrojen atomunun büyüklüğü ile ilgili düşünceleri sorulmuştur. Öğrencilerin eğitim gördüğü sınıflar ile öğrencilerin Hidrojen atomu ile ilgili düşünceleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Öncelikle verilerin nitel olarak analizi yapılmıştır. Cevaplar analiz aşamasında kodlanarak yüzdeler halinde grafiklere aktarılmıştır.

Grafik 12

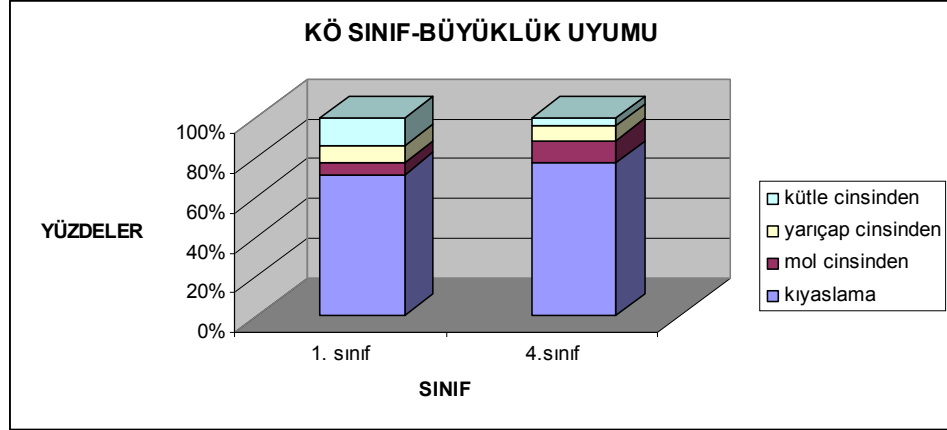
Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Hidrojen Atomuna Dair Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Fen Bilgisi öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre atomun büyüklüğüne dair düşünceleri incelenmiştir. Her iki seviyede de öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu atomun büyüklüğüne dair düşüncelerini ifade ederken bilinen bir büyüklük ile kıyaslama yoluna gittikleri gözlenmiştir. *1. sınıf* öğretmen adaylarının %81'i, *4. sınıf* öğretmen adaylarının %66'sı kıyaslamalar yaparak atom büyüklüğünü tarif etmiştir. *1. sınıftaki* öğretmen adayları atomun büyüklüğünü ifade ederken kullandıkları mol cinsinden, yarıçap cinsinden ve kütle cinsinden ifadelerin oranı birbirine yakın olup yaklaşık %6'dır. Atomun büyüklüğünü *4. sınıftaki* öğretmen adaylarının %8'i mol cinsinden, %21'i yarıçap cinsinden ve %5'i ise kütle cinsinden ifade etmiştir.

Grafik 13

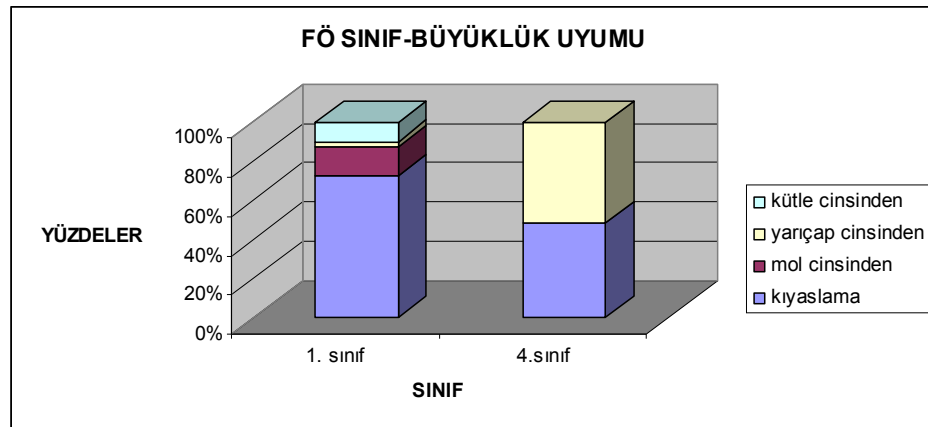
Kimya Öğretmen Adaylarının Hidrojen Atomuna Dair Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Kimya öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre atomun büyüklüğüne dair düşünceleri incelenmiştir. Her iki seviyede de öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu atomun büyüklüğüne dair düşüncelerini ifade ederken bilinen bir büyüklük ile kıyaslama yoluna gittikleri gözlenmiştir. *1. sınıf* öğretmen adaylarının %71'i, *4. sınıf* öğretmen adaylarının %77'si kıyaslamalar yaparak atom büyüklüğünü tarif etmiştir. *1. sınıftaki* öğretmen adayları atomun büyüklüğünü ifade ederken kullandıkları mol cinsinden ifadelerin oranı %6, yarıçap cinsinden ifadelerin oranı %8 ve kütle cinsinden ifadelerin oranı %14'tür. Atomun büyüklüğünü *4. sınıftaki* öğretmen adaylarının %12'si mol cinsinden, %8'i yarıçap cinsinden ve %4'ü ise kütle cinsinden ifade etmiştir.

Grafik 14

Fizik Öğretmen Adaylarının Hidrojen Atomuna Dair Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Fizik öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre atomun büyüklüğüne dair düşünceleri incelenmiştir. *1. sınıftaki* öğretmen adaylarının %73'ü, *4. sınıftaki* öğretme adaylarının %48'i atomun büyüklüğüne dair düşüncelerini ifade ederken bilinen bir büyüklük ile kıyaslama yoluna gittikleri gözlenmiştir. *1. sınıftaki* öğretmen adayları atomun büyüklüğünü ifade ederken kullandıkları mol cinsinden ifadelerin oranı %15, yarıçap cinsinden ifadelerin oranı %3 ve kütle cinsinden ifadelerin oranı %10'dur. Atomun büyüklüğünü *4. sınıftaki* öğretmen adaylarının %52'si yarıçap cinsinden etmiştir. Mol cinsinden ve kütle cinsinden ifadelere 4. sınıf öğretmen adaylarında rastlanmamıştır.

Nicel analiz aşamasında parametrik olmayan ölçümlerde "iki değişken için χ^2 testi" uygulanmıştır. Elde edilen veriler tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 12

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre H Atomunun Büyüklüğüne Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları

BÜYÜKLÜK-FBÖ						
		Bilinen bir büyüklük ile kıyaslama	Mol cinsinden ifade	Yarıçap cinsinden ifade	Kütle cinsinden ifade	Toplam
1. sınıf	N	67	5	5	6	83
	%	80.7	6.0	6.0	7.3	100.0
4. sınıf	N	53	6	17	4	80
	%	66.2	7.5	21.3	5.0	100.0
Toplam	N	120	11	22	10	163
	%	73.6	6.8	13.5	6.1	100.0

$$\chi^2=8.62 \quad sd=3 \quad p=.035$$

Tablo 12 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Hidrojen atomunun büyüklüğüne dair düşünceleri gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir [$\chi^2(3)=8.62$, $p<.05$]. Başka bir deyişle öğrencilerin eğitim seviyeleri atomun büyüklüğüne dair fikirleri üzerinde etkilidir.

Tablo 13

Kimya Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Hidrojen Atomunun Büyüklüğüne Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları

BÜYÜKLÜK-KÖ						
		Bilinen bir büyüklük ile kıyaslama	Mol cinsinden ifade	Yarıçap cinsinden ifade	Kütle cinsinden ifade	Toplam
1.sınıf	N	25	2	3	5	35
	%	71.4	5.7	8.6	14.3	100.0
4.sınıf	N	20	3	2	1	26
	%	76.9	11.6	7.7	3.8	100.0
Toplam	N	45	5	5	6	61
	%	73.8	8.2	8.2	9.8	100.0

$$\chi^2=2.35 \quad sd=3 \quad P=.504$$

Tablo 13 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Kimya öğretmen adaylarının Hidrojen atomunun büyüklüğüne dair düşünceleri gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir [$\chi^2(3)=.504$, $p>.05$]. Başka bir deyişle öğrencilerin eğitim seviyeleri atomun büyüklüğüne dair fikirleri üzerinde etkili değildir.

Tablo 14

Fizik Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Hidrojen Atomunun Büyüklüğüne Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları

BÜYÜKLÜK-FÖ						
		Bilinen bir büyüklük ile kıyaslama	Mol cinsinden ifade	Yarıçap cinsinden ifade	Kütle cinsinden ifade	Toplam
1.sınıf	N	29	6	1	4	40
	%	72.5	15.0	2.5	10.0	100.0
4.sınıf	N	15		16		31
	%	48.4		51.6		100.0
Toplam	N	44	6	17	4	71
	%	62.0	8.5	23.9	5.6	100.0

$$\chi^2=26.98 \quad sd=3 \quad P=.000$$

Tablo 14 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fizik öğretmen adaylarının Hidrojen atomunun büyüklüğüne dair düşünceleri gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir [$\chi^2(3)=26.98$, $p<.05$]. Başka bir deyişle öğrencilerin eğitim seviyeleri atomun büyüklüğüne dair fikirleri üzerinde etkilidir.

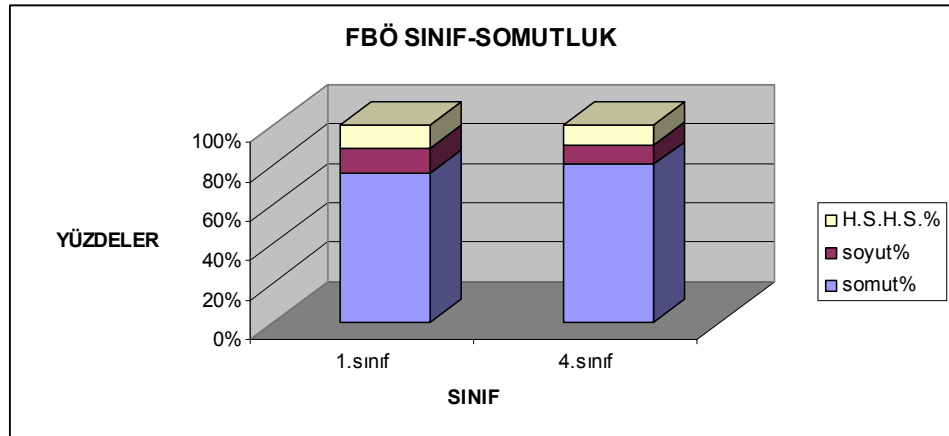
4.2.4 Öğrencilerin Eğitim Gördüğü Sınıflar ile Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşünceleri Arasındaki İlişki:

4. soruda öğrencilerden öğrencilerin atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri sorulmuştur. Öğrencilerin eğitim gördüğü sınıflar ile öğrencilerin atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Öncelikle verilerin nitel olarak analizi yapılmıştır. Cevaplar analiz aşamasında kodlanarak yüzdeler halinde grafiklere aktarılmıştır.

Grafik 15

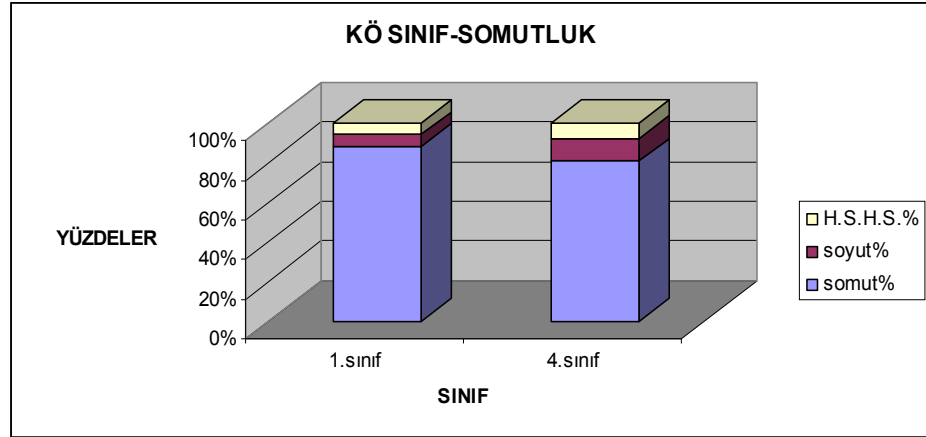
Fen Bilgisi Öğretmen Adayları Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Fen Bilgisi öğretmen adaylarının eğitim gördükleri seviyelere göre atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri incelenmiştir. Her iki seviyede de baskın olan düşüncenin atomun somut olduğu düşüncesidir. *1. sınıf* öğretmen adaylarının %76'sı, *4. sınıf* öğretmen adaylarının %80'i atomun somut olduğunu düşünmektedir. *1. sınıftaki* öğretmen adaylarının %12'si atomun soyut olduğunu, %12'si hem somut hem soyut olduğunu düşünmektedir. *4. sınıf* öğretmen adaylarının %10'u atomun soyut olduğunu, %10'u hem somut hem soyut olduğunu düşünmektedir.

Grafik 16

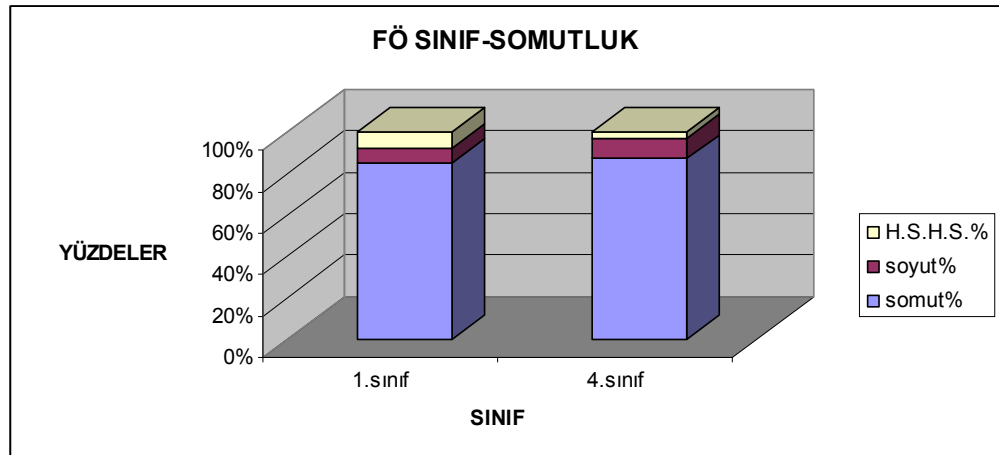
Kimya Öğretmen Adaylarının Atomun Somut Olup Olmadığına Dair
Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Kimya öğretmen adaylarının eğitim gördükleri seviyelere göre atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri incelenmiştir. Her iki seviyede de baskın olan düşüncenin atomun somut olduğu düşüncesidir. *1. sınıf* öğretmen adaylarının %89'u, *4. sınıf* öğretmen adaylarının %81'i atomun somut olduğunu düşünmektedir. *1. sınıftaki* öğretmen adaylarının %6'sı atomun soyut olduğunu, %6'sı hem somut hem soyut olduğunu düşünmektedir. *4. sınıf* öğretmen adaylarının %12'si atomun soyut olduğunu, %8'i hem somut hem soyut olduğunu düşünmektedir.

Grafik 17

Fizik Öğretmen Adaylarının Atomun Somut Olup Olmadığına Dair
Düşüncelerinin Eğitim Gördüğü Sınıflara Göre Gruplanması



Fizik öğretmen adaylarının eğitim gördükleri seviyelere göre atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri incelenmiştir. Her iki seviyede de baskın olan düşüncenin atomun somut olduğu düşüncesidir. *1. sınıf* öğretmen adaylarının %85'i, *4. sınıf* öğretmen adaylarının %87'si atomun somut olduğunu düşünmektedir. *1. sınıftaki* öğretmen adaylarının %8'i atomun soyut olduğunu, %8'i hem somut hem soyut olduğunu düşünmektedir. *4. sınıf* öğretmen adaylarının %10'u atomun soyut olduğunu, %3'ü hem somut hem soyut olduğunu düşünmektedir.

Nicel analiz aşamasında parametrik olmayan ölçümlerde “iki değişken için χ^2 testi” uygulanmıştır. Elde edilen veriler tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 15

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Atomun Somut Olup Olmadığına Dair Düşünceleri – χ^2 Testi Sonuçları

SOMUTLUK-SOYUTLUK FBÖ					
		Somut	Soyut	Hem Somut Hem Soyut	Toplam
1.sınıf	N	63	10	10	83
	%	76.0	12.0	12.0	100.0
4.sınıf	N	64	8	8	80
	%	80.0	10.0	10.0	100.0
Toplam	N	127	18	18	163
	%	78.0	11.0	11.0	100.0

$$\chi^2 = .397 \quad sd=2 \quad p=.820$$

Tablo 15 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmen adaylarının atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir [$\chi^2(2)=.397$, $p>.05$]. Başka bir deyişle öğrencilerin eğitim seviyeleri atomun somut olup olmadığına dair fikirleri üzerinde etkili değildir.

Tablo 16

Kimya Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Atomun Somut Olup
Olmadığına Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları

		SOMUTLUK-SOYUTLUK KÖ			
		Somut	Soyut	Hem Somut Hem Soyut	Toplam
1.sınıf	N	31	2	2	35
	%	88.6	5.7	5.7	100.0
4.sınıf	N	21	3	2	26
	%	80.8	11.5	7.7	100.0
Toplam	N	52	5	4	61
	%	85.2	8.2	6.6	100.0

$$\chi^2 = .813 \quad sd=2 \quad p=.666$$

Tablo 16 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Kimya öğretmen adaylarının atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir [$\chi^2(2)=.813$, $p>.05$]. Başka bir deyişle öğrencilerin eğitim seviyeleri atomun somut olup olmadığına dair fikirleri üzerinde etkili değildir.

Tablo 17

Fizik Öğretmen Adaylarının Eğitim Seviyelerine Göre Atomun Somut Olup
Olmadığına Dair Düşünceleri - χ^2 Testi Sonuçları

		SOMUTLUK-SOYUTLUK FÖ			
		Somut	Soyut	Hem Somut Hem Soyut	Toplam
1.sınıf	N	34	3	3	40
	%	85.0	7.5	7.5	100.0
4.sınıf	N	27	3	1	31
	%	87.1	9.7	3.2	100.0
Toplam	N	61	6	4	71
	%	85.9	8.5	5.6	100.0

$$\chi^2 = .673 \quad sd=2 \quad p=.714$$

Tablo 17 incelendiğinde farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fizik öğretmen adaylarının atomun somut olup olmadığına dair düşünceleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir [$\chi^2(2)=.673$, $p>.05$]. Başka bir deyişle öğrencilerin eğitim seviyeleri atomun somut olup olmadığına dair fikirleri üzerinde etkili değildir.

Öğrenciler ile yapılan anket ve görüşmelerden elde edilen bulgular eğitim seviyelerine göre incelendiğinde şu sonuçlara varılmıştır:

- ✓ Fen Bilgisi, Kimya ve Fizik öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin çoğunluğunun çizimleri 1 nolu modele benzemektedir. 4. sınıf öğrencileri arasında, Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin çoğunluğunun çizimleri 1 ve 2 nolu modele, Kimya öğretmenliği öğrencilerinin çizimleri 1 nolu modele, Fizik öğretmenliği öğrencilerinin çoğunluğunun çizimleri 2 nolu modele benzemektedir.
- ✓ Fen Bilgisi, Kimya ve Fizik öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin çoğunluğunun betimlemeleri Rutherford atom modeline benzemektedir. 4. sınıflar arasında, Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin çoğunluğunun betimlemeleri Rutherford atom modeline, Kimya öğretmenliği öğrencilerinin çoğunluğunun betimlemeleri Bohr ve Modern atom modeline, Fizik öğretmenliği öğrencilerinin çoğunluğunun betimlemeleri Modern atom modeline benzemektedir.
- ✓ Atomun büyüklüğünü ifade ederken Fen Bilgisi ve Kimya öğretmenliği 1. ve 4. sınıf öğrencilerinin büyük çoğunluğu bilinen bir büyüklük ile kıyaslama yolunu seçmiştir. Fizik öğretmenliği 1. sınıf öğrencileri kıyaslama yolunu seçerken 4. sınıf öğrencileri atomun büyüklüğünü ifade ederken yarıçap cinsinden ifade etmiştir.
- ✓ Her üç bölümde ve her iki eğitim seviyesinde öğrencilerin büyük çoğunluğu atomun somut olduğunu düşünmektedir.

4.3 ÇİZİM- BETİMLEME ARASINDAKİ UYUM:

Yapılan analizler ve elde edilen bulgular ışığında anket çalışmasına katılan öğrencilerin yaptıkları çizimler ile betimlemeleri arasında uyum olup olmadığı incelenmiştir. Öğrencilerin yaptıkları betimlemeler incelenmiş, betimlemelerde kullandıkları ifadeleri çizimlerinde kullanıp kullanmadıklarına bakılmıştır. Öğrencinin yaptığı çizim ile betimlemesi benziyorsa uyumu, benzerlik göstermiyorsa uyumsuz olarak gruplanmıştır. Aynı kodlar uyumlu olmalarının bir ölçütüdür.

Aşağıda bu gruplamanın nasıl yapıldığına dair örnekler sunulmuştur:

- **Çizim-betimleme uyumu:**

Öğrenci **Şekil 2**'de verilen 1 nolu çizime benzer bir çizim yapmış, betimlemesi ise “Çekirdekte p^+ , n^0 ; yörüngede e^- ler vardır.” şeklindedir. Rutherford atom modeline uygun bir koddur. Çizimi ise Rutherford atom modeli ile benzerlik göstermektedir. *Çizim ile betimlemesi uyumludur.*

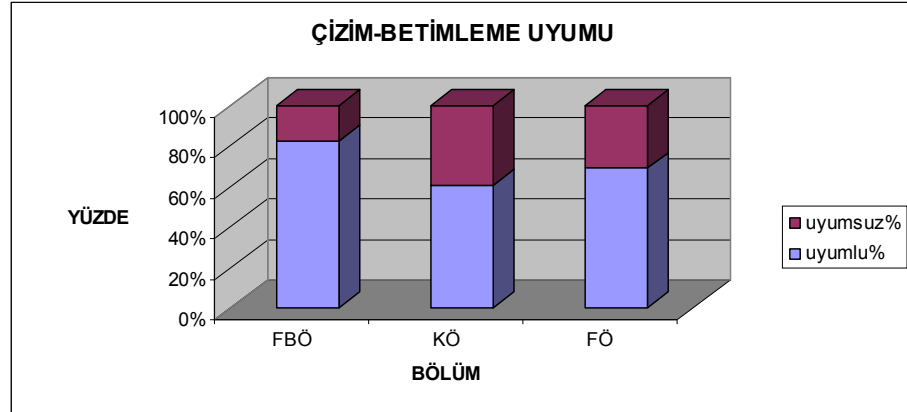
- **Çizim-betimleme uyumsuzluğu:**

Öğrenci **Şekil 2**'de verilen 2 nolu çizime benzer bir çizim yapmış, betimlemesi ise “Çekirdek yoğun, p ve n var, çevrede çok hızlı dönen e^- ler bulunur. e^- ler toz bulutu gibi olabilir.” şeklindedir. “Toz bulutu” ifadesi Modern atom modeline uygun bir koddur. Öğrenci ise, Rutherford atom modeline uygun bir çizim yapmıştır. *Çizimi ile betimlemesi uyumlu değildir.*

Bu işlemin ardından öğrencilerin öğrenim gördüğü bölümler ve eğitim gördükleri sınıflar ile çizim-betimleme uyumunun nasıl değişim gösterdiği araştırılmıştır. Elde edilen veriler yüzdeler halinde grafiklerde sunulmuştur.

Grafik 18

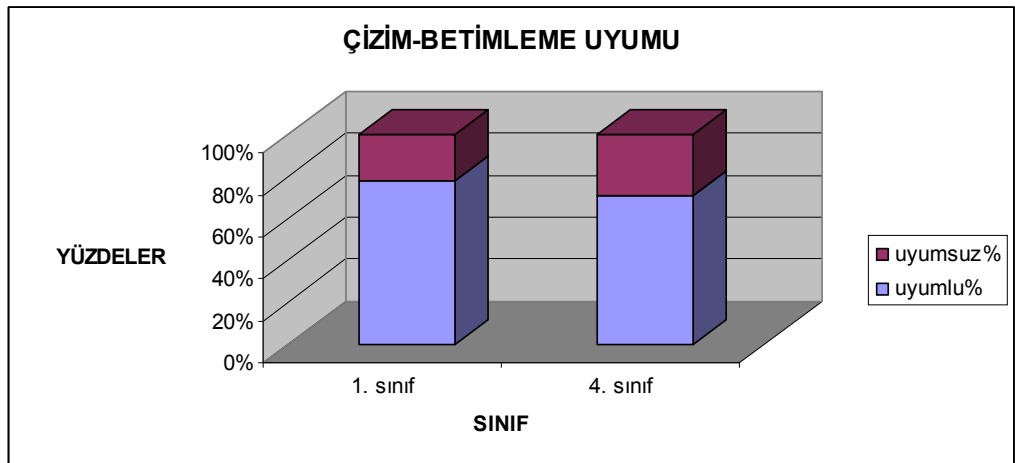
Öğrencilerin Öğrenim Dallarına Göre Çizimleri ile Betimlemeleri Arasındaki İlişkiler



Grafik 18 incelediğinde öğrencilerin çizimleri ile betimlemeleri büyük ölçüde uyumlu görülmektedir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çizimleri ile betimlemeleri arasındaki uyum oranı %82, Kimya öğretmen adaylarındaki uyum oranı %60 ve Fizik öğretmen adaylarının uyum oranı %69 olarak belirlenmiştir. Çizimi ile betimlemesi uyum göstermeyen öğrencilerin oranı Fen Bilgisi öğretmen adaylarında %18, Kimya öğretmen adaylarında %40 ve Fizik öğretmen adaylarında %31'dir.

Grafik 19

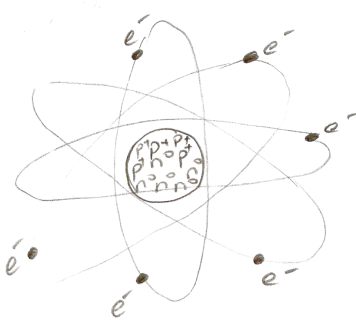
Öğrencilerin Eğitim Seviyelerine Göre Çizimleri ile Betimlemeleri Arasındaki İlişkiler



Grafik 19 incelediğinde öğrencilerin eğitim seviyelerine göre çizimleri ile betimlemeleri büyük ölçüde uyumlu görülmektedir. 1.sınıfta eğitim gören öğretmen adaylarının çizimleri ile betimlemeleri arasındaki uyum oranı %78 iken 4. sınıfta eğitim gören öğretmen adaylarındaki uyum oranı %71'tir. 1. sınıfta eğitim gören öğretmen adaylarının %22'sinin çizimi ile betimlemesi uyum göstermezken, 4. sınıf öğretmen adaylarındaki oranı %29 olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerle yapılan görüşmeler de sonuçları destekler niteliktedir. Öğrencilerin çizimleri ile betimlemeleri arasında uyum olup olmadığı incelenmiştir. 1. sınıf öğrencilerinin %90'ının çizimi betimlemesi ile uyumlu iken, 4. sınıf öğrencilerindeki oranı %60 olarak belirlenmiştir. Aşağıda öğrencilerin görüşmelerde yaptıkları çizimler ile betimlemelerine örnekler sunulmuştur:

Çizim:

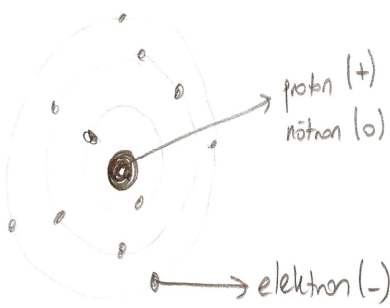


Betimleme:

Çekirdek aslında yuvarlak değil, yükün yoğunlaştığı bir yer. Yoğun kısmı çekirdek, tam yuvarlak olmayacak şekilde yörüngeler vardır. kesin çizgiler yoktur. -FBÖ4 89.

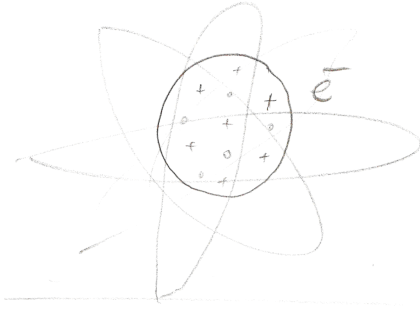
Uyum:

Çizimi ile betimlemesi uyumlu değil.



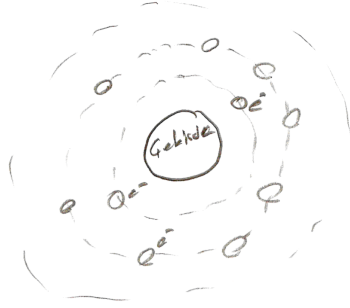
Yörüngelerde elektronlar sıralı bir şekildedir. Elektron sayısı atomun farklılığını belirler. Üzümlü kek modelini çizdim. -FÖ1 35.

Çizimi ile betimlemesi uyumlu olmasına rağmen, çiziminin üzümlü kek modeline benzediğini söylüyor.



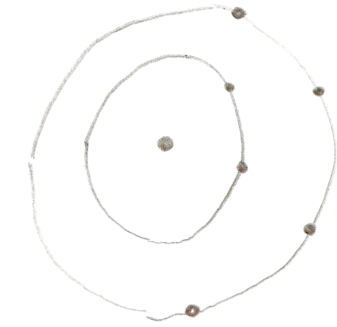
Çok yoğun bir çekirdek, içinde homojen bir şekilde dağılmış nötr ve artı yüklü parçalar. Etrafında ise elektronların yörüngeleri bulunur. -KÖ1 28.

Çizimi ile betimlemesi uyumludur.



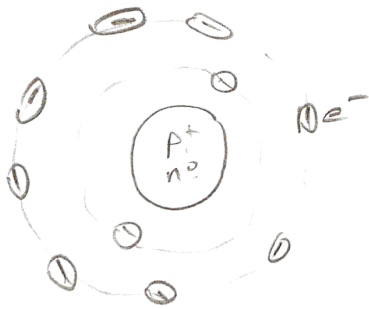
İlk yörüngede iki elektron bulunur. Nötr bir atomda proton sayısı elektron sayısına eşittir. -KÖ4 22.

Çizimi ile betimlemesi uyumludur.



Çekirdek etrafında elektronlar enerji düzeylerine göre dizilmiştir. Artı yükler küçük bir hacimde toplandığı için küçük bir çekirdek çizdim. -FBÖ1 48.

Çizimi ile betimlemesi uyumludur.



P, n, e ve çekirdek var. Proton nötron ve etrafında dolanan yörüngeler var. Bohr atom modeline benziyor. -FÖ4 30.

Çizimi ile betimlemesi uyumlu olmasına rağmen, çiziminin Bohr atom modeline benzediğini söylüyor.

Öğrenciler ile yapılan anket ve görüşmelerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, çizim-betimleme uyumu her üç bölümde de (Fen Bilgisi, Kimya ve Fizik öğretmenliği) yüksektir. Eğitim seviyelerine göre incelendiğinde ise, her üç bölüm için de, 1. sınıf öğrencilerinin çizim-betimleme uyumu, 4. sınıf öğrencilerinden fazla olduğu belirlenmiştir.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1 SONUÇ VE TARTIŞMA:

Maddenin doğası ve atomun yapısı Fen bilimlerinde ve Fen bilimleri eğitiminde önemli bir kavramdır. Ancak öğrencilerin birçok alternatif ve ardışık modeli kavramalarında sorunlar yaşanmaktadır. Atom yapısının öğretilmesinde bu tür engellerin aşılması ve kavram yanlışlarının giderilmesi araştırmacılar için önemlidir. Öte yandan öğrencilere ilköğretim sınıflarından itibaren üniversite yıllarını da kapsayan eğitim sürecinde verilmeye çalışılan atom kavramının ne tür değişim ve gelişimlere uğradığının araştırılması şüphesiz çok gerekli ve anlamlıdır.

Birçok araştırmacı tarafından yapılan değişik araştırmaların sonucunda tespit edilen kavram yanlışları düzenlenerek konularına göre gruplandırılmıştır. Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının tespit edilmesi için tartışma ortamı yaratılabilir, öğrencilerle birebir görüşülebilir ya da anket çalışması uygulanabilir. Öğrencilere, sonuca dayalı testler yerine, olayların sebebini ve sürecini açıklamaya yönelik soruların sorulması kavram yanlışlarının belirlenmesi için yararlı olacağı düşünülmektedir (Gündüz, 2001).

Democritos'un fiziksel evrenin atomik doğasından (İ.Ö. 460-370) günümüzün kuantum teorisine dayalı atom yapısına ulaşılması Fen bilimlerinde son derece önemli bir kavramsal değişim sürecidir. Atomların mikroskopik doğasından kaynaklanan algılama güçlükleri ve kavram yanlışları öğrencilerin atomik yapıyı öğrenmelerinde önemli güçlükler oluşturmuş ve Fen bilimleri eğitimi alanında daima önemli konular olarak yerini korumuştur.

Türk Milli Eğitim Sisteminde ilköğretim 4. sınıfta "Maddenin Doğası" ünitesi kapsamında maddenin tanecikli yapısı, atom ve modelleri öğretilmeye başlanmaktadır. 6. sınıfta elektron ve proton kavramı "Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik" ünitesinde işlenmektedir. 7. sınıfta ise "Maddenin İç Yapısına Yolculuk" ünitesinde atomun yapısı daha geniş kapsamda öğretilmektedir (<http://egitek.meb.gov.tr/>).

Maddenin yapı taşının atom olduğu ve atomun epistemolojisi 9. sınıf “Kimyanın Gelişimi” ünitesinde oldukça ayrıntılı ve kazanımlar içeren biçimde ele alınmıştır. Bu bağlamda, 10. sınıf “Atomun Yapısı” ünitesinde atom modelleri, elektronlar, orbitaller; 11. sınıfta ise “Çekirdek Kimyası” ünitesinde protonlar, nötronlar, v.b. çekirdek kavramları öğretilmektedir. Böylece ortaöğretim aşamasında öğrenciler makro düzeyli olaylardan mikro düzeyli olaylara yöneltilmekte; maddenin yapısı hakkında kuantum teorisine dayalı bir model sunulmaktadır (<http://egitek.meb.gov.tr/>).

Bu araştırmada yukarıda özetlenen eğitim sürecinin üstüne Fen bilimleri alanında lisans eğitimine başlamış yada bu eğitimi tamamlama aşamasına gelmiş öğrencilerin atomun şekli, betimlemesi, büyüklüğü ve somutluğu-soyutluğu ile ilgili ne tür bilgilere sahip oldukları incelenmiştir.

Günümüzde gerek ilköğretim gerekse ortaöğretim düzeyinde hala atom ve molekül yapısının en doğru biçimde öğretilmesine ilişkin sayısız yanıtlanamayan sorular ve eleştiriler bulunmaktadır (Bent, 1984; Berry, 1986; Gillespie, 1991; Hawkes, 1992; Shiland, 1995; Tsaparlis, 1997, 2002). Atom yapısının öğretilmesinin önündeki kavramsal engelleri daha iyi anlamak, öğretim sürecinin zorluklarını en aza indirmek için birçok çalışma yapılmaktadır (Perkins, 1999, 2006; Meyer ve Land, 2003).

Bu çalışma, temel bilimsel kavram olarak atomun öğretilmesindeki ve öğrenilmesindeki güçlüklerin belirlenmesi ve kolaylaştırması için bazı ipuçları elde etmeyi amaçlamıştır. Öğrencilerin anahtar kavram olarak atomla ilgili zihinsel modelleri doğru biçimde ortaya konduğu takdirde sorunun çözümü için önemli bir adım atılmış olacaktır. Bu çerçevede Fen bilimleri alanında öğretmen adaylarının incelenmesi özel bir değer taşımaktadır.

Maddenin tanecikli doğası ve atomun yapısı Fen bilimleri eğitiminde önemli bir konudur. Kavramlara bağlı olarak bilimsel olayların gözlemlenmesi ve açıklanması zor bir konu olup bilim tarihinde ayrıcalıklı bir yer tutar. Soyut ve zor yapısından dolayı atomun küçük dünyasının keşfedilmesi, öğrencilere atom ve atoma

ilişkin kavramların öğretilmesi birçok araştırmannın konusu olmuştur (Harrison ve Treagust, 1996).

Griffiths ve Preston (1992) değişik alanlarda kavramsal yapının tutarlı biçiminin alternatif kavram olduğunu belirterek ve Fen bilimlerinde bu olgunun epistemolojik önemini vurgulamıştır. Bu çalışmada atom ve moleküller ile ilgili öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının sınıflandırılması ve atom hakkında alternatif düşünceleri **Tablo 18**'de gösterilmiştir. Driver, Guesne, ve Tiberghien (1985) öğrencilerin önceki bilgilerine dayalı olarak zihinlerinde oluşan alternatif modellerin eğitim sürecinde düzenlenmesi yada düzeltilmesinin çok zor olduğunu belirtmektedirler.

Tablo 18

Atomlar İçin Belirlenmiş Kavram Yanılgıları (Griffiths ve Preston, 1992)

Kavram Yanılgıları	
Atomların yapısı/şekli	Atom içinde bileşenleri olan bir küreye benzer.
	Atom katı bir küreye benzer.
	Atom çok sayıda nokta/halka gibi görünür.
	Atomlar yuvarlaktır.
	Atomlar arasında madde bulunur.
Atomun boyutu	Atom mikroskop altında görülebilecek boyuttadır.
	Atomlar moleküllerden daha büyüktür.
	Bütün atomlar aynı büyüklüktedir.
	Isı atomun büyüklüğünü değiştirebilir.
	Çarpışma sonucu atomun büyüklüğü değişir.
Atom ağırlığı	Bütün atomların ağırlığı aynıdır.
Atomun canlılığı	Bütün atomlar canlıdır.
	Sadece bazı atomlar canlıdır.
	Hareket ettikleri için atomlar canlıdır.

Bu ve benzeri çalışmalar atomun öğretilmesinde etkili bir yolun kavramların bilimin tarihsel gelişimi yani epistemolojisi ile ilişkilendirilmesi olabileceğini göstermektedir. Nitekim bizim çalışmamızda öğrencilerin atomun şekli, betimlemesi, büyüklüğü ve somutluğu-soyutluğu konularında öğrencilerin atom hakkında önceki bilgilerinin etkin rol oynadığı tespit edilmiştir.

Araştırmanın evrenini oluşturan öğrencilerin büyük çoğunluğunun **Şekil 2**'de verilen atom modellerinden 1 nolu modele benzer çizimlerde yoğunlaştığı gözlenmiştir. Bu model, Rutherford atom modeline benzemektedir. 1 nolu modelden sonra öğrencilerin çizimlerinde en fazla örnek aldığı model 2 nolu modeldir. Bu model de Bohr atom modelini temsil etmektedir. 4 nolu modele benzer bir çizime rastlanmamıştır, bu model ise Modern atom modelini temsil etmektedir. Araştırmalar atom modellerinin öğretilmesinde bilimin tarihsel gelişimi ile ilişkilendirmenin etkili bir öğrenme yolu olacağını ve kavram yanlışlarını büyük ölçüde önleyeceğini göstermektedir (Garnett, Garnett ve Hackling, 1995; Griffiths, 1994; Herron, 1978; Janiuk, 1993). Öğrencilere atom modelleri tarihsel gelişimi sürecinde öğretilmektedir ve Dalton atom modelinden başlayarak Modern atom modeline kadar atomun gelişim ve değişim süreci ayrıntılı bir şekilde verilmektedir. Tüm gruplarda 4 nolu modele benzer çizimlerin bulunmaması düşündürücüdür. Tüm gruplarda *diğer çizimler* kategorisinde değerlendirilen çizimler bulunmaktadır. Öğrenciler zihinlerinde atom modellerini yapılandırırken kendilerince sentez yapmışlar ve modelleri de bu doğrultuda çizmişleridir.

Çoğu öğretmen ve ders kitabı yazarı, model kullanımının ve modelleme stratejisinin doğası hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olmaksızın, **Şekil 2**'de verilen 1 nolu modeli kullanmaktadır. Bu durumun bir neticesi olarak, öğrencilerin modele temel oluşturan kaynak olgu (güneş sistemi) ile modelle temsil edilen hedef olgu (atom yapısı) arasındaki benzerliklere anlam kazandırma girişimleri eksik veya yanlış sonuçlar çıkarma ve bazı yanlışlar geliştirmeleriyle sonuçlanabilmektedir (Gülçiçek, Bağcı ve Moğol, 2003).

Nicel analiz sonucunda farklı bölümlerde öğrenim gören öğrencilerin çizimleri arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin okudukları bölümler yaptıkları çizimler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Fen Bilgisi ve Kimya öğretmen adaylarının çizimlerinde en çok Rutherford atom modelinin etkileri gözlenirken, Fizik öğretmen adaylarının çizimlerinde en çok Bohr atom modelinin etkileri gözlenmiştir.

Öğrencilerle yapılan görüşmeler nitel ve nicel analiz sonuçlarını destekler niteliktedir. Öğrencilerin %73'ü 1 nolu modele, %13 ü 2 nolu benzer çizimler yapmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen çarpıcı bir sonuç ise, öğrencilerin büyük çoğunluğunun çizdikleri şeklin gerçekte böyle olmadığını düşünmeleridir. Öğrenciler çizimleri yaptıktan sonra atomun şeklinin aslında böyle olmadığını belirtmişlerdir. Bu da bize aslında öğrencinin atomun şeklini bilmediklerini göstermektedir.

Öğrencilerin eğitim seviyelerine göre yaptıkları çizimlerin farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. *Fen Bilgisi 1. ve 4. sınıf öğretmen adaylarının* çizimleri 1 ve 2 nolu çizimlerde yoğunlaşmıştır. Farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çizimleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Öğrencilerin eğitim seviyelerinin yaptıkları çizimler üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. *Kimya 1. ve 4.sınıf öğretmen adaylarının* çizimleri 1 ve 2 nolu çizimlerde yoğunlaşmıştır. Farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Kimya öğretmen adaylarının çizimleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Öğrencilerin eğitim seviyelerinin yaptıkları çizimler üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. *Fizik 1. ve 4.sınıf öğretmen adaylarının* çizimleri 1 ve 2 nolu çizimlerde yoğunlaşmıştır. 1. sınıf öğretmen adaylarının çizimleri 1 nolu modelde yoğunlaşırken, 4. sınıf öğretmen adaylarının çizimleri 2 nolu modelde yoğunlaşmıştır. Farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin çizimleri arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin eğitim seviyelerinin yaptıkları çizimler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

2 nolu modelin (Bohr modelinin) öğrenciler tarafından ikinci sırada en çok, ilginç olan Fizik öğrencileri tarafından en fazla çizilmesi bazı ders kitaplarında elektron dizilişleri konusunun bu modele benzer biçimde gösterilmesine bağlanabilir. Ayrıca çekirdeğin etrafındaki dairelerin enerji seviyesini temsil ettiği ve bu enerji seviyelerinde de elektronların bulunduğu şeklinde açıklamalar bulunması öğrencilerin atomun şekli üzerinde kavram yanılgısına düşmelerine, zihinlerinde atomu bu şekilde canlandırmalarına neden olmaktadır (Pideci, 2002).

Öğrencilerin genelde 1 ve 2 nolu modellere benzer çizimler yapmaları büyük ölçüde öğrencilerin ilk ve ortaöğretim sürecindeki kavramsal edinimleri çerçevesinde kaldıklarını göstermektedir. Bu durum yukarıdaki **Tablo 18**'deki kavram yanılgılarıyla da örtüşmektedir. Atom konusunun öğretilmesinde genellikle tarihsel izler etkili biçimde korunmakta ve muhtemelen kolaylığı nedeni ile bu çizimler üzerinden anlatım yapılmaktadır. Bu çizimi zihnine yerleştiren öğrenci ne kadar farklı çizimlerle karşılaşır karşılaşırsa karşılaşırsa bu modelde takılıp kalmaktadır. Ben-Zvi, Eylon, ve Silberstein (1986), öğrencilerin atom ve moleküllerin tanecikli yapısını açıklamada sıkıntı çekmelerini ve kavram yanılgılarına düşmelerini maddenin tanecikli modeli ile bilimsel madde modeli arasında kalmalarına bağlamaktadır. Nitekim İsrail'de 10. sınıf öğrencilerle gerçekleştirilen bu araştırma öğrencilerin %46'sının tek bir atomun özellikleri ile maddenin özellikleri arasındaki farkı ayırt edemediklerini, ayrıca atom modeli, yapısı ve özelliğini maddeyle ilişkilendiremediklerini ortaya koymuştur. İlginç olan öğrencilerin %66'sının atomun özelliklerinin maddenin bulunduğu hale bağlı olarak değiştiğini düşünmesidir. Araştırmacılar atom teorisinin tarihsel bir özetini konunun önüne yerleştirerek yeni bir program hazırlamışlar, atom modeli kavramı yerine de gelişmekte olan model kavramını koyarak öğrenmenin etkinliğini artırmışlardır.

Tablo 19'da öğrencilerin atom modelleri ile ilgili hiyerarşik kavramsal düzey analizi görülmektedir. Tablodaki veri analizinde literatür, araştırmacı gözlemi ve öğrencilerin çizim betimlemeleri esas alınmıştır. Analizde oluşturulan maddeler 3 uzmanın (akademisyen) görüşü alınarak ve literatür verileri gözetilerek belirlenmiştir. Tablonun 1. sütununda anlama düzeyi 11 seviye olarak, 3. sütununda ise 5 farklı atom modeli biçiminde sunulmuştur. Atom yapısının zihinsel modellenmesi için 295 öğrenci denek olarak kullanılmıştır. Kodlamanın Dalton atom modelinde 1 kavramsal ölçme düzeyi kriteri bulunmaktadır. Bu ve diğer kavramsal düzey ölçme kriterleri öğrencilerin betimlemelerinden esinlenerek oluşturulmuştur.

Tablo 19
Bilimsel Model Ve Anlama Düzeyine Göre Atom Yapısının Zihinsel Modellerinin Analizi

Atom Hakkında Kavramsal Düzey	Kavramsal Düzey Ölçme Kriteri	Atom Modeli
1 (1/1)	<ul style="list-style-type: none"> Öğrenci atomu parçacık olarak algılar. 	Dalton Atom Modeli
2 (2/1) 2 (2/2)	<ul style="list-style-type: none"> Üzümlü kek tanımlaması Çekirdekte + ve – yüklerin dağılık olarak bulunması 	Thomson Atom Modeli
3 (3/1) 3 (3/2)	<ul style="list-style-type: none"> Güneş sistemine benzer. Çekirdekte p^+ ve n^0, çevresinde bulunan yörüngelerde e^-ler bulunur. 	Rutherford Atom Modeli
4 (4/1) 4 (4/2) 4 (4/3)	<ul style="list-style-type: none"> Elektronun üç boyutlu olması Elektronun hızı vardır. Elektronlar belli bir kurala göre dizilmiştir. 	Bohr Atom Modeli
5 (5/1) 5 (5/2) 5 (5/3)	<ul style="list-style-type: none"> Elektron bulutu Elektron denizi Elektronun bulunma olasılığı 	Modern Atom (Kuantum) Modeli

Araştırmanın evrenini oluşturan öğrencilerinden zihinlerindeki atomu betimlemeleri istenmiştir. Fen Bilgisi öğretmen adayları ve Kimya öğretmen adayları, az bir yüzdeyle de olsa, betimlemelerinde Dalton atom modelini temel alırken, Fizik öğretmen adaylarında bu model gözlenmemiştir. Fizik öğretmen adaylarında Thomson atom modelini temel alan betimlemeler yapmışlar, diğer bölümlerde bu modele rastlanmamıştır. Fen Bilgisi ve Fizik öğretmen adaylarının betimlemelerinde baskın olan model, Rutherford atom modelidir. Anket çalışmasında ve görüşmelerde Rutherford atom modelini temel alan öğrenciler atomu “Çekirdekte p^+ ve n^0 , çevresinde bulunan yörüngelerde e^- ler bulunur.” şeklinde ifade etmişlerdir. Kimya öğretmen adaylarında ise Rutherford, Bohr ve Modern atom modeli temel alan öğrencilerin yüzdeleri birbirine yakındır. Farklı bölümlerde öğrenim gören öğrencilerin betimlemeleri arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin okudukları bölümlerin yaptıkları betimlemeler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilerin eğitim seviyelerine göre yaptıkları betimlemelerin farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre betimlemeleri incelenmiştir. Her iki seviyede de baskın olan model Rutherford atom modelidir. Farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmen adaylarının betimlemeleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Öğrencilerin eğitim seviyelerinin yaptıkları betimlemeler üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Kimya öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre betimlemeleri incelenmiştir. *1. sınıf* öğretmen adaylarında baskın olan çizim Rutherford atom modeli iken, *4. sınıfta* ise Bohr atom modelidir. Farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Kimya öğretmen adaylarının betimlemeleri arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin eğitim seviyelerinin yaptıkları betimlemeler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Fizik öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre betimlemeleri incelenmiştir. *1. sınıf* öğretmen adaylarında baskın olan çizim Rutherford atom modeli iken, *4. sınıfta* ise Modern atom modelidir. Farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fizik öğretmen adaylarının arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin eğitim seviyelerinin yaptıkları betimlemeler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilerin betimlemesinden ve çizimlerinden yola çıkarak bir kavram yada modeli belirlemeleri eğitim araştırmalarında özellikle sorun olarak görülmekte olup, görsel olarak, sembollerle, işaret veya jestlerle, somut modellerle veya sözel olarak modellerin gösterilmesi anlaşılabilir iç modeller olarak açıklanmaktadır (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 2000). Mülakatlardan alıntı yaparak ve çizim ve betimlemelerden yola çıkarak öğrencilerin atom modellerine ilişkin yorumları bu bağlamda değerlendirilebilir.

Meyer ve Land (2003, 2006) öğrenmede eşik kavramını şöyle tanımlamıştır: “*Bir şeyi görmek, yorumlamak, anlamak ve bir kavrama dönüştürmek kavramsal başlangıç olmadan olanaksızdır. Bu kavramsal temel yada başlangıç öğrenmede eşiktir.*” (Meyer ve Land, 2003, 2006). Bu kavramı Mayer ve Land ontolojik bağlamda *bilinç eşiği* olarak adlandırmış ve Gennep (1960) ve Turner (1969) tarafından yapılan çalışmalarda özgün biçimde ele alınmıştır. Gerçekleştirdiğimiz bu araştırmada Fen bilimleri öğretmen adaylarının atomun şekli ve betimlemesine dair

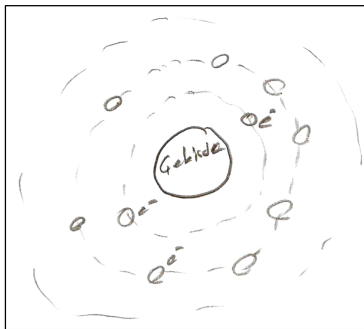
bulgular incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğu Rutherford atom modeline yakın çizim yada betimlemeler yaptıkları gözlenmiştir. Öğrenciler için bu model *kavramsal eşik* olarak düşünülebilir. Öğrenciler bu modeli tam olarak öğrenememelerinden dolayı daha sonraki modellere geçiş yapamamışlardır. Bu modelin tam olarak bilinmemesi, bu modelden sonra öğretilen modellere geçişi zorlaştırmıştır. Rutherford atom modelinin etkisinde kalan öğrenciler, Bohr ve Modern atom modellerini öğrenememiş, yada kavram yanılgısına düşmüşlerdir. Gerçekten yeni bir kavramı öğrenmedeki zorluk yada kavramsal güçlük, kavrama karşı ilgisizlik, yabancılık veya kavramın bir anlamda üstü örtülü olmasından kaynaklanmaktadır (Perkins, 1999, 2006).

Araştırma sonuçlarımız ve bunu destekleyen kimi literatür verileri, eşik kavramları ve bu çerçevedeki kavramlar arası ilişkilerin karakteristiklerinin Fen bilimleri gibi özgün disiplinlerde müfredat geliştirme ve öğretimin etkinliğini artırma bağlamında yararlı olacağını göstermektedir. Bu kavramlar gözetilerek hazırlanan müfredat programları, eşik kavramlarının öğrenme engeli olmak yerine sonraki bilgilerin öğrenilmesi için bir anahtar, bir iskelet olarak kullanılmasını sağlayabilir.

Öğrencileri atomu betimlemede elektron bulutu, elektron denizi gibi tabirler kullanmış, elektronların yerinin belli olmadığından ve bulunma olasılıklarından bahsedebileceğini söylemişlerdir. Bu öğrenciler, tam olarak adlandırmaları da Modern Atom Modelinden etkilenmiş görünmektedirler. Bu sonuç beklendiği gibi daha çok üniversite sınıflarında atom kavramını yeniden ve daha ayrıntılı biçimde okuyan öğrencilerde baskındır. Ancak yinede öğrencilerin geçmişteki atom bilgileri ve alt yapılarının etkisinde bulunduğu tespit edilmiştir. Literatür verileri atomun öğretilmesinde etkili bir yolun kavramların, bilimin tarihsel gelişimi yani epistemolojisi ile ilişkilendirilmesi olabileceğini göstermektedir. Nitekim bizim çalışmamızda da öğrencilerin atomun şekli, betimlemesi, büyüklüğü ve somutluğu-soyutluğu konularında öğrencilerin atom hakkında önceki bilgilerinin etkin rol oynadığı tespit edilmiştir (Perkins, 1999, 2006; Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; Driver, Guesne, ve Tiberghien, 1985).

Literatürde kavram yanlışlarının nedenleri sıralanırken bunlardan birisinin müfredat olduğu belirtilmiştir (Özgür, 2007). Bu çalışmadaki bulgularda öğrenciler zihinlerindeki atom modelleri ile ilgili fikirlerin kitaplardan edindikleri bilgilerden veya öğretmenlerinden öğrendiklerinden kaynaklandığını görüşmelerde ısrarla belirtmişlerdir. Özgür (2007)'ün özellikle sekizinci sınıf öğrencileri ile yaptığı görüşmelerde atomun mükemmel halinden ve 2-8-8 elektron dağılımından bahsettiklerinden söz edilmiştir. Bu saptama, çalışmamızın evrenini oluşturan üniversite 1. ve 4. sınıflarda da gözlenmiştir. Kitaplarda atom modeli olarak halen Bohr atom modelinin şekli ile gösterilmekte ve de konu ile ilgili değerlendirme soruları öğrencilere bu doğrultuda sorulmaktadır. Öğrenciler çizimlerini yaptıklarında ya da çizimlerini betimlerken ilk yörüngede 2 elektron bulunmasına özen göstermişlerdir. Bu veriler atom konusunun öğretilmesinde genellikle geçmişin izlerinin etkili biçimde korunmakta olduğunu ve muhtemelen kolaylığı nedeni ile bu çizimler üzerinde öğrencilerin anlatımı tercih ettiğini göstermektedir. Yapısalcı yaklaşıma esas oluşturan, öğrencinin var olan bilgileri ile yeni bilgilerini ilişkilendirmesiyle çizimi zihnine daha önceleri yerleştiren öğrenci ne kadar farklı çizimlerle karşılaşır karşılaşırsa karşılaşsın bu modelde takılıp kalmaktadır (Ben-Zvi, Eylon, ve Silberstein, 1986). Nitekim Driver, Guesne, ve Tiberghien (1985) öğrencilerin önceki bilgilerine dayalı olarak zihinlerinde oluşan alternatif modellerin eğitim sürecinde düzenlenmesi yada düzeltilmesinin çok zor olduğunu belirtmektedirler.

Fizik öğretmenliği 4. sınıftaki bir öğrencinin çizimi ve bu çizim hakkındaki düşünceleri şöyledir:



“İlk yörüngede iki elektron bulunur.

Nötr bir atomda proton sayısı elektron sayısına eşittir.”-FÖ4 25.

Şekil 6 2-8-8 kuralının dikkate alındığı bir çizim.

Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerinden bazıları atomun canlı varlıkların yapısını oluşturduğunu söylemişlerdir. Bu durum, Fizik ve Kimya öğretmenliği öğrencilerinden farklı olarak Biyoloji dersi görmelerinin etkisi olarak düşünülmektedir (Griffiths ve Preston, 1992). Nitekim Fen Bilgisi öğretmenliği 4. sınıf öğrencilerinden biri atomu; *“Atom parçacığını hücreye; proton, nötron ve elektronu birer organale benzetebiliriz.”* şeklinde tanımlamıştır.

Atomun büyüklüğüne yönelik öğrenci tanımlamalarında atom konusunun öğretilmesi sırasında net bir büyüklük vermekten kaçınıldığı gözlenmiştir. Aslında öğrencilere atomun boyutunu algılamalarını kolaylaştırmaya yönelik bazı ipuçları (pirinç, kalem ucu, toz tanesi, top-stadyum, v.b.) eğitimleri sürecinde verilmiştir. Bu durum maalesef öğrencilerin oluşturduğu atom boyutu imajında önemli bir yer tutmuştur. Öğrencilere Hidrojen atomunun büyüklüğü hakkındaki fikirleri sorulduğunda benzetmeler kullanarak cevaplamaları bu durumun bir göstergesidir. Buna karşın öğrencilerin %25’lik bölümünün sayısal büyüklük değerleri verme eğiliminde olduğu gözlenmiştir.

Osborne ve Cosgrove (1983), yaptıkları çalışmalarında öğretilen atom modellerinin öğrencilere soyut geldiğini, günlük deneyimlerle ilişkilendirmelerinin zor olduğunu belirlemiştir. Bazı öğrencilerin protonların kütesinin bir gram olduğunu düşündüklerini gözlemiştir. Bizim çalışmamızda literatür verilerini desteklemektedir. Atomun kütesi gram cinsinden ifade eden öğrenciler bulunmaktadır. Bazı öğrencilerin Hidrojen atomunu H^+ iyonunu olarak algıladıkları ve soruya bu şekilde cevap verdiklerine ilişkin verilere hem anket çalışmasında hem de görüşmelerde rastlanmıştır.

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ve Kimya öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu ve Fizik öğretmen adaylarının neredeyse tamamına yakını atomun büyüklüğünü betimlerken bilinen bir büyüklük ile kıyaslama yoluna gitmiştir. Buna ek olarak, Fen Bilgisi ve Kimya öğretmen adayları atomun büyüklüğünü ifade ederken mol cinsinden, yarıçap cinsinden ve kütle cinsinden ifadelere rastlanırken, Fizik öğretmen adaylarında sadece yarıçap cinsinden ifadelere rastlanmıştır. Farklı bölümlerde öğrenim gören öğrencilerin Hidrojen atomunun büyüklüğüne dair düşünceleri arasında gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin

okudukları bölümlerin atomun büyüklüğüne dair fikirlerini ifade etmeleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde, öğrencilerin neredeyse tamamı Hidrojen atomunun büyüklüğünü tarif ederken bilinen bir büyüklük ile kıyaslamışlar, rakamsal ifadeler kullanmaktan kaçınmışlardır. Öğrencilerin görüşmelerde ve anket çalışmasında verdikleri cevaplar incelendiğinde, bazı öğrenciler Hidrojen atomunu Hidrojen iyonu olarak algıladıkları gözlenmiştir.

Öğrencilerin eğitim seviyelerine göre Hidrojen atomunun büyüklüğüne dair fikirlerinin farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının her iki seviyede de büyük çoğunluğu atomun büyüklüğüne dair düşüncelerini ifade ederken bilinen bir büyüklük ile kıyaslama yoluna gittikleri gözlenmiştir. *1. sınıf* öğretmen adaylarının atomun büyüklüğünü ifade ederken kullandıkları mol cinsinden, yarıçap cinsinden ve kütle cinsinden ifadelerin oranı birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. *4. sınıf* öğretmen adaylarında ikinci sırada gözlenen ifade biçimi yarıçap cinsinden ifadelerdir. Farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Hidrojen atomunun büyüklüğüne dair düşüncelerinde gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin eğitim seviyelerinin atomun büyüklüğüne dair fikirleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Kimya öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre atomun büyüklüğüne dair düşünceleri incelenmiştir. Her iki seviyede de öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu atomun büyüklüğüne dair düşüncelerini ifade ederken bilinen bir büyüklük ile kıyaslama yoluna gittikleri gözlenmiştir. Farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Kimya öğretmen adaylarının Hidrojen atomunun büyüklüğüne dair düşüncelerinde gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Öğrencilerin eğitim seviyelerinin atomun büyüklüğüne dair fikirleri üzerinde etkili olmadığı gözlenmiştir.

Fizik öğretmen adaylarının eğitim gördüğü sınıflara göre atomun büyüklüğüne dair düşünceleri incelenmiştir. *1. sınıftaki* öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bilinen bir büyüklük ile kıyaslama yoluna gittikleri gözlenmiştir. *4. sınıftaki* öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu atomun büyüklüğünü yarıçap

cinsinden etmiştir. Farklı eğitim seviyelerinde öğrenim gören Fizik öğretmen adaylarının Hidrojen atomunun büyüklüğüne dair düşünceleri gözlenen farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin eğitim seviyelerinin atomun büyüklüğüne dair fikirleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Somutluk bakış açısından öğrencilerin “*gördüğüm şeye inanırım, gördüğüm şey vardır*” düşüncesinin egemen olduğu anlaşılmaktadır. Bu düşünceler bilişsel açıdan ele alındığında, ilköğretim birinci seviyedeki öğrenciler için geçerli sayılabileceği literatür verileri ile desteklenmektedir. Ortaöğretim seviyesinde öğrencilerin soyut düşünebilmeye başladığı bilinmektedir. Buna ilköğretim 4. sınıf müfredatında “Maddenin Doğası” ünitesi kapsamında maddenin tanecikli yapısı, atom ve modelleri öğretilmeye başlanması somut bir örnektir. Yani öğrencinin bilişsel düzeyi geliştikçe atomu görmese de varlığı konusunda somut bir düşünceye sahip olması gerekir. Üniversite seviyesine gelmiş, hatta Fen alanında öğretmen adayı olan öğrencilerin “*Atomu göremem, soyuttur.*” yada “*Somuttur fakat göremediğim için soyuttur.*” şeklindeki düşünceleri, bu öğrencilerin bilişsel olarak gelişimlerini tamamlayamadıklarını göstermektedir.

Araştırmanın evrenini oluşturan öğrencilerin eğitim atomun somut olup olmadığına ilişkin düşünceleri incelenmiştir. Tüm gruplarda öğrencilerin büyük çoğunluğu “atom”u somut olarak düşünmektedir. Her grupta atomun soyut yada hem somut hem soyut olduğu fikrine sahip olan öğrenciler bulunmaktadır. Farklı bölümlerde öğrenim gören öğretmen adaylarının somut olup olmadığına dair düşünceleri arasında gözlenen farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Öğrencilerin okudukları bölümlerin atomun somut olup olmadığına dair fikirleri üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğu atomu somut olarak düşünmektedir. Fakat, atomu soyut yada hem somut hem soyut olarak düşünene öğrenciler bulunmaktadır.

Öğrencilerin eğitim seviyelerine göre atomu somut olup olmadığına dair düşünceleri incelendiğinde, Fen Bilgisi, Kimya ve Fizik öğretmenliği öğrencilerinin 1. ve 4. sınıflar açısından farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Öğrencilerin eğitim seviyelerinin atomun somut olup olmadığına dair fikirleri üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Çizim-betitleme uyumu 1. sınıf öğrencilerde 4. sınıflarinkinden daha fazladır. Öğrencilerin atom hakkındaki bilgileri artıkça çizimleri ile betitlemeleri arasındaki uyum azalmıştır. Öğrencilerin atom hakkında bilgi düzeyleri ve buna paralel olarak bilimsel süreç becerileri artıkça yorumlama, eleştirme ve buna bağlı olarak zihinsel modelleme biçiminde tereddütler oluşmaktadır. Ancak yine de öğrenci atomu hayal ederken muhtemelen zihninde yapılanmış bulunan Rutherford atom modeli üzerinde ısrar etmektedir. Uyumsuz olan öğrencilerin çizimleri ile betitlemeleri karşılaştırıldığında, zihinlerindeki atomu betimlerken Modern atom modelinden etkilenmekte fakat çizim söz konusu olduğunda Rutherford atom modelini tercih etmektedir. Bu ikilemi yaşayan öğrencilerin büyük çoğunluğu çizimini betimlerken *“Aslında gerçekte böyle değil, öğrencinin zihninde bir şekil canlandırmak için bu şekilde çizim yapılır.”* şeklinde açıklamalar getirmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler de sonuçları destekler niteliktedir. Görüşmeye katılan 1. sınıf öğrencilerinin %90'ının çizimi ile betitlemesi uyumlu iken, 4. sınıf öğrencilerindeki oran %60 olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin bilimsel süreç becerileri artıkça zihnindeki atomu betimlerken Modern atom modelinin etkisinde kaldığı, fakat çizim yaparken hala sorun yaşadıkları gözlenmiştir. 1. sınıf öğrencileri ÖSS sınavını henüz geride bırakmış, lise bilgileri tazedir. ÖSS ve benzeri sınavlarda karşısına çıkan periyodik cetvel bilgisi ve elektron dağılımı gibi sorularda Bohr Atom Modelini kullanan öğrenci, betitlemelerinde de bu modelden esinlenmiştir. Yine de uyumun azalması beklenen ölçüde değildir.

Sonuçta analogik modeller çerçevesinde öğrencilerin atomu hayal etme ve çizme becerileri oldukça gelişmiş ve epistemolojik olarak da, yani bilgiyi anlama ve özümleme düzeyleri açısından olumlu noktada buldukları anlaşılmaktadır. Buna rağmen zihinsel modelleme çerçevesinde öğrencilerin %12 kadarı henüz atomun soyut bir kavram olduğunu düşünmektedir. Bu durumun atomun öğretilmesinde zihinsel modellemenin yeterince kullanılmamış olmasından kaynaklanmış olabilir.

Öğrencilere uygulanan anket çalışması ve yapılan görüşmelerde elde edilen önemli sonuçlar şöyle özetlenebilir:

- Tüm gruplarda *diğer çizimler* kategorisinde değerlendirilen çizimler bulunmaktadır.
- Fen Bilgisi ve Kimya öğretmen adaylarının çizimlerinde en çok Rutherford atom modelinin etkileri gözlenirken, Fizik öğretmen adaylarının çizimlerinde en çok Bohr atom modelinin etkileri gözlenmiştir.
- Öğrenciler çizimleri yaptıktan sonra atomun şeklinin aslında böyle olmadığını düşündüklerini söylemektedir.
- Fen Bilgisi öğretmenliği ve Kimya öğretmenliği öğrencilerinin çizimleri eğitim seviyelerine göre farklılık göstermemelerine rağmen, Fizik öğretmenliği öğrencilerinin çizimleri eğitim seviyelerine göre farklıdır.
- Öğrenciler çizimlerini yaptıklarında ya da çizimlerini betimlerken ilk yörüngede 2 elektron bulunmasına özen göstermiş, bunun atomun mükemmel hali olduğundan bahsetmişlerdir.
- Görmek, öğrencilerin atomun somut olup olmadığına karar vermeleri üzerinde etkili bir faktördür.

5.2 ÖNERİLER:

Bu çalışma sonucu elde edilen bulgular atom kavramının öğretilmesinde öncelikle maddenin yapısı ve özelliklerinin öğretilmesi, bunlar arasındaki anlamlı ilişkilendirmenin kurgulanmasının daha etkili bir öğretim için gerekli olduğuna işaret etmektedir. Atomu daha iyi kavrayabilmek için öğrencilerin atomun tarihsel gelişimini incelemelerinin ve öğrenmelerinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Böylece bir top olarak algılanan ve günümüzde bile geçerli olduğu sanılan atom şeklinin atomların mol kütleleri ve element kütleleri ile ilişkilendirilmesi sonucu yanlış olduğu daha kolay anlaşılacaktır. Dalton atom modelinin temelini oluşturan Katlı Oranlar Kanunu deneysel verilerle desteklendiğinde yani soyut olan atom kavramının somutlaştırılması (laboratuar deneyleri, gösteriler, hipotez deneyleri)

durumunda öğrencilerin atom kavramının evrimini etkin biçimde kavrayacağı düşünülmektedir.

Atom kavramı tarihsel gelişim sürecinde anlatılırken her yeni modelin bir önceki atom modeline katkı sağlayacak şekilde ortaya çıktığı gerçeği öğrencilere kavratılmalıdır. Her modelinin eksik kalan yönleri üzerinde özellikle durulmalı, öğrencinin bu durumun bilincine varması için anlatım sırasında yerinde müdahaleler yapılmalıdır. Öğrenciye temel bilgiler verilmeli, eksik kalan yönler için yönlendirici sorular sorulmalıdır. Bu sayede bir sonraki modele kendisi ulaşan öğrenci için edindiği yeni bilgilerin daha kalıcı olacaktır.

Thomson modeli betimlenirken bu modelin Rutherford deneyi ile neden çeliştiği anlamlı biçimde ve öğrencinin kavrayabileceği şekilde ortaya konmalıdır. Rutherford modelinin, atomların yaydığı spektrumların açıklanmasında yetersiz kalması nedeni ile terk edildiği vurgulanırken, bu modelin çekirdek ile elektronlar arasındaki büyük boşlukları deneyle ortaya koyması ile atomdaki temel düzeni belirleyen önemli bir aşama olduğu belirtilmelidir. Yani Rutherford modelinin kendisini izleyen Bohr modeline ilham kaynağı olduğu ancak elektronun atomdaki davranışını, bilinen fizik ilkeleri ile açıklayamaması nedeniyle yetersiz kaldığı öğretilmelidir. Bu bağlamda MEB'in 2008 yılında uygulamaya koyduğu yapılandırmacı yaklaşıma dayalı Kimya programı oldukça iddialı görünmektedir.

Atom modellerinin anlatımı sırasında bilimsel ifadelerle fazlaca yer vermek de öğrencinin daha basit modellere yönelmesinin nedeni olabilir. Bu bağlamda öğrencinin bilişsel düzeyine ve yapılandığı bilgilerle uyumlu bir öğretim müfredatı ve süreci uygulanmasının yararlı olacağı söylenebilir.

Atomun büyüklüğü hakkında bir imaj oluşturmak için verilen örneklerin öğrenci zihninde fazlaca yer ettiği bulgularla belirlenmiştir. Öyle ki öğrenciye atomun büyüklüğü sorulduğunda bu tür örneklerin etkisinde kalarak cevap verdikleri ve özellikle sayısal ifade kullanmaktan kaçınılmaktadır. Öğretmen derste atom büyüklüğüne dair fikir verirken abartıdan uzak ifadeler seçmelidir. Ders kitaplarında bulunan atom modellerinin gerçeğe birebir örtüşmediği ve ölçeklendirilerek çizilmediği öğrencilere kavratılmalıdır. Atomun yapısı ve büyüklüğü hakkında

verilecek bilgilerin sayısal biçimde ifade edilebilir hale dönüştürülmesi önemli ve gereklidir.

Atomun çekirdekli yapısının ortaya konmasında kilit rol oynayan “*Atom altı taneciklere bir dalga eşlik eder*” ifadesi, bu taneciklerin, ipteki dalgalara benzer sinüzoidal bir yol izlediği şeklinde yorumlanması yaygın bir yanılgıdır. Ayrıca, “*elektronun, dalganın eşlik ettiği bir tanecik*” olduğu ifadesi yanlış anlamalara yol açabilir; çünkü elektron ne kadar dalga ise o kadar taneciktir. Bohr teorisinin yetersizlikleri bağlamında, elektronun ikili karakterini (dalga-tanecik) hesaba katmayışı, çok elektronlu atomların spektrumlarını yorumlama zorlukları ve teorisinin temelini oluşturan çember yörüngeler varsayımı tartışma konusu edilmelidir. Bu tartışma Heisenberg Belirsizlik İlkesi ve de Broglie Hipotezi temelinde yapılmalıdır. Ayrıca, atomun üç boyutlu olmasına karşılık modelin düzlemsel olmasının getirdiği çelişkinin fark edilmesini sağlayacak bir tartışma düzenlenmesinin yararlı olacağı sanılmaktadır.

Bu çalışma, fen alanlarında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atomu ortaya çıkarmaya yönelik olarak planlanmıştır. Daha önce de sözü edildiği gibi, atom konusu MEB müfredatında ilköğretimden ortaöğretime kadar, ayrıntılı biçimde öğretilmektedir. Tespit edilen kavram yanılgılarının bu süreçteki eksikliklerin giderilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, üniversite öğrencilerinin atoma ilişkin var olan kavram yanılgılarının belirlenmesi bu konuyu temel alan daha ileri çalışmalara ve müfredat programlarına ışık tutacaktır.

KAYNAKÇA:

1. Achinstein, P., (2001). **Observation and Theory.** (ed: W. H. Newton-Smith, A Companion to the Philosophy of Science içinde), Blackwell Publishers, Massachusetts.
2. Akçay, H., (2005). **Bilim Felsefesi ve Tarihi Ders Notları**, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
3. Albayrak, M., (2001). **İbni Sina ve Whitehead Açısından Tanrı-Alem İlişkisi ve Kötülük Problem.** Isparta: Fakülte Kitapevi.
4. Alkan, A. H., (1996). Bazı Kimyasal Kavramların Model-Benzetmelerle Öğretimi. Yüksek Lisans Tezi, K.A.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
5. Alkan, M., Şengül, E., Yıldız, A.ve Yıldız, Y. K., (1998). **Lise Öğrencilerinin Atom, Molekül ve Mol Konuları ile İlgili Yanlış Kavramaları.** Edirne, 12. Ulusal Kimya Kongresi, 502.
6. Arık, A. ve Polat, R., (2002). **Lise Kimya 1 Ders Kitabı.** İstanbul: Oran Yayıncılık.
7. Asami, N., King, J., ve Nonk, M., (2000). **Tuition and memory: Mental models and cognitive processing in Japanese children's work on D.C. electrical circuits.** Research in Science and Technological Education, 18(2).
8. Atasoy B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H., (2007). **Öğrencilerin Çizimlerinden ve Açıklamalarından Yaratıcı Düşüncelerinin Ortaya Konulması (Çizimler ve Açıklamalar Yoluyla Yaratıcı Düşünceler).** Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 5(4), 679-700.
9. Ault, C. R., Novak J. D. ve Govin, D. B., (1985). **Constructing vee Maps for Clinical Interviews on Molecules Concepts.** Science Education, 68, 441-462.
10. Ayas, A., (1995). **Lise 1. Sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma.** II. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumunda Sunulan Bildiri, Ankara: ODTÜ Eğitim Fakültesi.
11. Ayas. A, Çepni, S., ve Akdeniz, A. R., (1993). **Development of the Turkish Secondary Science Curriculum.** Science Education, 77,4, (1993) 433-440.

12. Aydın, M. S., (1999). **Din Felsefesi**. İzmir: İzmir İlahiyat Fakültesi Vakfı Yayınları.
13. Bahar, M., Gündüz, S. ve Doğan, S., (2006). **Bilim Tarihine Kısa Bir Bakış** (Editör: Mehmet Bahar) Fen ve Teknoloji Öğretimi içinde 1–32, Ankara: PEGEMA Yayıncılık.
14. Benson, D., Wittrock, M., ve Baur, M., (1993). **Students' preconceptions of the nature of gases**. Journal of Research in Science Teaching, 30(6), 587-597.
15. Bent, H.A., (1984). **Should orbitals be X-rated in beginning chemistry courses?** Journal of Chemical Education, 61, 421–423
16. Berkeley, G., (1996). **İnsan Bilgisinin İlkeleri Üzerine**. Çev: Halil Turan, Ankara: Bilim ve Sanat Yayınları.
17. Berry, K.O., (1986). **What should we teach them in high school?** Journal of Chemical Education, 63, 697–698.
18. Bohm, D., (1962). **Classical and Non-Classical Concepts in the Quantum Theory**. The British Journal for the Philosophy of Science, vol: 12, no:48.
19. Bohr, N., (1961). **Atomic Theory and the Description of Nature**. Cambridge: Cambridge University Press,.
20. Bohr, N., (1935). **Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete**. Physical Review, no: 48.
21. Bozkurt, N., (2003). **Bilimler Tarihi ve Felsefesi**. İstanbul: Morpa Yayınları.
22. Brahic, A., Tapponnier, P., Brown L., ve Girardon, J., (2002). **Yerkürenin En Güzel Tarihi**, Çev. Saadet Özen, Kültür Yayınları.
23. Brown, D.E. ve Clement, J., (1989). **Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction**. Instructional Science, 18, 237-262.
24. Butterfield, J., (2001). **Some Worlds of Quantum Theory**. (ed: Robert John Russell ve diğerleri, Quantum Mechanics içinde). Center for the Theology and the Natural Sciences, Berkeley.
25. Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., (2004). **Kimyadaki Bazı Yaygın Yanlış Kavramalar**. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, (24) 1, ss:135-146.

26. Capra, F., (2000). **The Tao of Physics**, Boston: Shambhala Publications,.
27. Cartier, J., Rudolph, J., Stewart, J. (2001). **The Nature and Structure of Scientific Models**. <http://www.wcer.wisc.edu/ncisla>. Erişim tarihi: Mart 2008.
28. Chi, M.T.H., Slotta, J.T., ve de Leeuw, N., (1994). **From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts**. *Learning and Instruction*, 4, 27–43.
29. Cho, H. H., Kahle, J. B. ve Nordland, F. H., (2006). **An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics**. *Science Education*, sayı:69(5), 707-719.
30. Chrif, A. A., Adams, G. E. ve Cannon, C. E., (1997). **Nonconversional methods in teaching matter, atoms, molecules and the periodic table for nonmajor student**. *American Biology Teacher*, 59 (7), 428-438.
31. Clarke, C., (2001). **Quantum Histories and Human/Divine Action**, (ed: Robert John Russell ve diğerleri, Quantum Mechanics içinde), The Center for Theology and the Natural Sceinces, Berkeley.
32. Coll, R.K., ve Taylor, N., (2002). **Mental models in chemistry: Senior chemistry students' mental models of chemical bonding**. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3(2), 175–184.
33. Coll, R.K., ve Treagust, D.F., (2001). **Learners' mental models of chemical bonding**. *Research in Science Education*, 31(3), 357–382.
34. Coll. R.K. ve Treagust, D.F., (2003). **Investigation of secondary school undergraduate and graduate learners' mental models of ionic bonding**. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 464-486.
35. Collins, A., ve Gentner, D., (1987). **How people construct mental models**. D. Holland, ve N. Quinn (Ed.), *Cultural Models in Language and Thought* içinde, 243-265. New York, NY: University of Cambridge.
36. Cronin, L.L., (1989). **Creativity in the science classroom**. *The Science Teacher*, 56(2), 35-36.

37. Cros, D., Maurin, M., (1986). **Concepts of first year university students of the constituents of matter and the nations of acids and bases.** European Journal of Science Education, 8(3), 305-313.
38. Çağdaş, K., (1974). **Eski Hint Çağ Kültür Tarihine Giriş,** Ankara, s. 38, 41-42.
39. Çalışkan, İ.S., (2004). Araştırmaya Dayalı Kimya Dersinin Öğrencilerin Atom Konusunu Anlamalarına, Öğrenme Yaklaşımlarına, Motivasyonlarına, Öz-Yeterliklerine, ve Bilimsel Bilgi İnaçlarına Olan Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Ankara.
40. Çilenti, K., (1985). **Fen Eğitimi Teknolojisi.** Ankara: Kadioğlu Matbaası.
41. Davies, P., (2003). Threshold concepts: how can we recognize them? EARLI Konferansı, Padova, İtalya, Ağustos26–30.
42. Davies, P., (2006). **Threshold concepts: How can we recognize them?** J.H.F. Meyer & R. Land (Eds.), Overcoming barriers to student understanding: Threshold concepts and troublesome knowledge, içinde. (70–84). New York: Routledge.
43. De Posada, J.M., (1997). **Conceptions of high school students concerning the internal structure of metals and their electric conduction: Structure and evolution.** Science Education, 81, 445–467.
44. De Vos, W. ve Verdonk, A. H., (1996). **The particulate nature of matter in science education and science.** Journal of Research in Science Teaching, 33,657-664.
45. De Vos, W., (1985). Corpusculum delicti. Doktora tezi, Utrecht Üniversitesi.
46. Del Pozo, R. M., (2001). **Prospective teachers' ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter.** International Journal of Science Education, 23(4), 353-371.
47. Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). **Children's ideas in science.** Philadelphia, PA: Open University Press.
48. Ebenezer, J. V. ve Fraser, M. D. (2001). **First year chemical engineering students' conception of energy in solution processes: phenomenographic categories for common knowledge construction.** Science Education, 85, 509-535.

49. Einstein, A. (2001). **İzafiyet Teorisi**. çev: Gülen Aktaş, İstanbul: Say Yayınları.
50. Ellis, G., (2001). **Quantum Theory and the Macroscopic World**. (ed: Robert John Russell ve diğerleri, Quantum Mechanics içinde), Center for Theology and the Natural Sciences, Berkeley.
51. Erdem, E., Yılmaz, A. ve Morgil, İ., (2001). **Kimya Dersinde Bazı Kavramlar Öğrenciler Tarafından Ne Kadar Anlaşıyor?** Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20: 65 – 72.
52. Erdoğan, M. N., (2005). İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Atomun Yapısı Konusundaki Başarılarına, Kavramsal Değişimlerine, Bilimsel Süreç Becerilerine ve Fene Karşı Tutumlarına Sorgulayıcı-Araştırma (Inquiry) Yönteminin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü., Ankara.
53. Frank, R. M., (1966). **The Metaphysics of created being according to Abûl-Hudayl al-Allâf**, İstanbul.
54. Gabel, D., L., Samuel, K.V. ve Hunn, D., (1987). **Understanding the Particulate Nature of Matter**. Journal of Chemical Education, 64, 695-697.
55. Gabel, Dorothy L., (1993). **Use of particle Nature of Matter in Developing Conceptual Understanding**. Journal of Chemical Education, 70 (3), 193-194.
56. Gall, M. D., Borg, W. R., ve Gall, J. P., (1996). **Educational research: An introduction**. White Plains, NY: Longman Publishers.
57. Garnett, P.J., Garnett, P.J., ve Hackling, M. W., (1995). **Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning**. Studies in Science Education, 25, 69–95.
58. Gentner, D., ve Stevens, A. L., (1983). **Mental models**. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
59. Gilbert, J. K., Osborne R. ve Fenshom P., (1982). **Children's Science and Its Consequences of Teaching**. Science Education, 66 (4), 622-633.
60. Gilbert, J.K., Boulter, C.J., ve Rutherford, M., (2000). **Explanations with models in science education**. En: JK, Gilbert ve C.J. Boulter, (Eds.),

Developing Models in Science Education (193-208). London: Kluwer Academic Publishers.

61. Gilbert, J.K., ve Watts, M., (1983). **Concepts, misconceptions, and alternative conceptions: Changing Perspectives in Science Education.** Studies in Science Education, 10, 61-98.
62. Gillespie, R.J., (1991). **What is wrong with the general chemistry course?** Journal of Chemical Education, 68(3), 192–194.
63. Glesne, C., ve Peskin, A., (1992). **Becoming qualitative researchers: An introduction.** NY: Longman.
64. Griffiths, A. K. ve Preston K. R., (1992). **Grade -12 Students Misconception Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules.** Journal of Research in Science Teaching, 29, 611-628.
65. Griffiths, A.K., (1994). **A critical analysis and synthesis of research on chemistry misconceptions.** H.J. Schmidt, Proceedings of the 1994 International symposium on problem solving and misconceptions in chemistry and physics, içinde. Dortmund, Germany: ICASE (The International Council of Associations for Science Education) Publications, (70-99).
66. Gülçiçek, Ç., Bağcı, N. ve Moğol, S., (2003). **Öğrencilerin Atom Yapısı-Güneş Sistemi Pedagojik Benzeştirme (Anoloji) Modelini Analiz Yeterlilikleri.** Milli Eğitim Dergisi, Sayı: 159.
67. Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y. ve Kırıcı, M., (2008). **Modelle Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi.** Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt-Sayı: 10-1.
68. Gündüz, A., (2001). İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinde Atom ve Molekül Kavramı. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
69. Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N., (2004). **Eğitim Fakültelerindeki Fen ve Matematik Öğretim Elemanlarının Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi.** Türk Fen Eğitimi Dergisi, Yıl 1, Sayı 1.

70. Güneş, B., Gülçiçek, Ç., Bağcı, N., (2003). **Fen Bilimlerinde Kullanılan Modellerle İlgili Öğretmen Görüşmelerinin Tespit Edilmesi**. XII. Eğitim Bilimleri Kongresi, 2023-2036, Antalya.
71. Gürel, O., (2001). **Doğa Bilimleri Tarihi**. Ankara: İmge Kitabevi.
72. Gürkan, S. L., (2005). “**Mucize**” maddesi. Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi, c: 30, Türkiye Diyanet Vakfı, İstanbul.
73. Haidar, A. H. ve Abraham, M. R., (1991). **A comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter**. Journal of Research in Science Teaching, 28 (10), 919-938.
74. Harrison, A. G. ve Treagust, D. F., (1998). **Modelling in Science Lessons: Are There Better Ways to Learn With Model**. School Science and Mathematics, 98 (8), 420-429.
75. Harrison, A. G. ve Treagust, D. F., (2000). **Learning About Atoms, Molecules and Chemical Bonds: A Case Study of Multiple Model Use in Grade 11 Chemistry**. Science Education, 84, 352-381.
76. Harrison, A.G., & Treagust, D.F., (1996). **Secondary students mental models of atoms and molecules: Implications for teaching science**. Science Education, 80, 509–534.
77. Harrison, A.G., Treagust, D.F., (1987). **Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry**. Science Education, 80 (5) 509-534.
78. Harrison, G. A., (2001). **How Do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students?** Research in Science Education, 31, 401-435.
79. Hawkes, S.J., (1992). **Why should they know that?** Journal of Chemical Education, 69 (3), 178–181.
80. Heisenberg, W., (2000). **Fizik ve Felsefe**. çev: M. Yılmaz Öner, İstanbul
81. Hempel, C., (1965). **Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science**. Free Press, New York.
82. Herron, J.D., (1978). **Piaget in the classroom: Guidelines for applications**. Journal of Chemical Education, 55(3), 165–170.
83. Janiuk, R.M., (1993). **The process of learning chemistry: A review of the studies**. Journal of Chemical Education, 70(10), 828–829.

84. Jeans, J., (1950). **Fizik ve Filozofi**. çev: Avni Refik Bekman, İstanbul: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları.
85. Jensen, W.B., (1995). **Logic, history and the teaching of chemistry**. Fairfield, CT: NEACT and Sacred Heart University.
86. Johnson-Laird, P. N. (1983). **Mental Models**. Cambridge, MA: Harvard University Press.
87. Johnstone, A. H., (2000). **Teaching chemistry—Logical or psychological?** Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 1, 9–15.
88. Justi, R., ve Jilbert, J., (2000). **History and philosophy of science through models: Some challenges in the case of 'the atom'**. International Journal of Science Education, 22(9). 993-1009.
89. Justi, S. R. ve Gilbert, K. J., (2002). **Modelling Teachers' Views on the Nature of Modelling and implications for the Education of Modellers**. International Journal of Science Education, Vol. 24, No. 4, 369-387.
90. Kadir, C.A., (1991). **İslam Öncesi Hint Düşüncesi, İslam Düşüncesi Tarihi** (edit. M.M. Şerif, trc. Kürşat Demirci), İstanbul.
91. Kaptan, S., (1987). **Bilimsel Araştırma Teknikleri ve İstatistik Yöntemleri**. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yayınları.
92. Karadaş, C., (2004). **Atomcu Düşünceler ve Kelâm Atomculuğu**. Kelam Araştırmaları Dergisi, 2:1, Ss.57-72.
93. Karagölge, Z. ve Ceyhun, İ., (2002). **Öğrencilerin bazı kimyasal kavramları günlük hayatta kullanma becerilerinin tespiti**. Kastamonu Eğitim Dergisi, Cilt: 10, 287-290.
94. Karasar, N., (2005). **Bilimsel Araştırma Yöntemi**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım Ltd.Şti.
95. Kaya, O.N., (2002). **İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Atomik Yapı Konusundaki Başarılarına, Öğrendikleri Bilgilerin Kalıcılığına, Tutum ve Algılamalarına Çoklu Zeka Kuramının Etkisi**. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü., Ankara.
96. Korkmaz, H. ve Kaptan, F., (2001). **İlköğretimde Fen Bilgisi Öğretimi. İlköğretimde Etkili Öğretme ve Öğrenme Öğretmen El Kitabı**, Milli Eğitim Yayınları.

97. Köseoğlu, F., Kaya, O. N. ve Kavak N., (2001). **İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Atomik Yapı İle İlgili Kavram Yanılgılarının Mülakat Tekniği ile Belirlenmesi**. XV. Ulusal Kimya Kongresi, 4-7 Eylül, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
98. Kranz, W., (1994). **Antik Felsefe**, (cev) Suad Y. Baydur, İstanbul: Sosyal Yayınlar.
99. LeBoutillier, N. ve Marks, D. F., (2003). **Mental imagery and creativity: A metaanalytic review study**. British Journal of Psychology, 94, 29-44.
100. Lijnse, P.L., Licht, P., de Vos, W, ve Waarlo, A.J., (1990). **Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: A central problem in secondary science education**. Utrecht, The Netherlands: CD-β Press.
101. Lucas, E., (2005). **Science and the Bible: Are They Incompatible?** Science and Christian Belief, sayı: 17/2.
102. Markow, P.G., ve Lonning, R.A., (1998). **Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: Students' perceptions and effects on achievement**. Journal of Research in Science Teaching, 35(9), 1015–1029.
103. Marks, K. H., (2002). **Demokritos ile Epikuros'un Doğa Felsefelerindeki Ayırım**. (cev) Saffet Babur, Ankara: Ayrac Yayınları.
104. MEB, <<http://egitek.meb.gov.tr/>> (Son ulaşım Mayıs 2009).
105. Meyer, J.H.F., ve Land, R., (2003). **Threshold concepts and troublesome knowledge: Linkages to ways of thinking and practicing within the disciplines**. In C. Rust (Ed.), Improving student learning. Improving student learning theory and practice—Ten years on (412–424). Oxford, England: OCSLD.
106. Meyer, J.H.F., ve Land, R., (2006). **Overcoming barriers to student understanding: Threshold concepts and troublesome knowledge**. New York: Routledge.
107. Mirzalar Kabapınar, F. ve Adik, B., (2005). **Secondary students' understanding of the relationship between physical change and chemical bonding**. Ankara Üniversitesi, Eğitimi Bilimleri Fakültesi Dergisi sayı: 38, no: 1, 123-147.

108. Mirzalar Kabapınar, F., (1998). Teaching For Conceptual Understanding: developing and evaluating Turkish students' understanding of the solubility concept through a specific teaching intervention. Doktora tezi, Leeds Üniversitesi.
109. Mirzalar Kabapınar, F., (2000). **Fen/Kimya öğrenimi ve öğretimi**, ders notları.
110. Nakhleh, M. B., (1992). **Why Some Students Don't Learn Chemistry?** Journal of Chemical Education, 69 (3), 191-196
111. Nakhleh, M. B., Lowery, K. A., ve Mitchell, R.C., (1996). **Narrowing the gap between concepts and algorithms in freshman chemistry.** Journal of Chemical Education, 73(8), 758-762.
112. Nakiboğlu, C. ve Poyraz, H. E., (2006). **Üniversite Kimya Öğrencilerinin Atom ve Kimyasal Bağlar Konularını Açıklamada “İnsana Özgü Dil” Ve “Canlılığı” Kullanmalarının İncelenmesi.** Kastamonu Eğitim Dergisi, Cilt:14 No:1 83-90.
113. Nizan, P., (1998). **Eskiçağ Maddecileri.** çev: Afşar Timuçin, İstanbul: Telos Yayıncılık,.
114. Novick, S. ve Nusbaum, J., 1978. **Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: an interview study.** Science Education, 65 (3), 273-281.
115. Oğuz, A., (2007). **Teoriden Pratiğe Örneklerle Fen Kavramlarının Oluşumuna Ait Kuramlara Bir Bakış.** Eğitim Bilim Toplum, 5(19), 26-51.
116. Okan, K., (1993). **Fen Bilgisi Öğretimi.** Ankara: Okan Yayınları.
117. Oruncak, B., (2005). Ortaöğretim ve Yüksek Öğretimde Öğrencilerin Atom Kavramı ile İlgili Algıları ve Bunun Eğitim Kesiti İçerisindeki Değişimi Doktora Tezi, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Fizik Eğitimi), Isparta.
118. Osborne, R. J. ve Cosgrove, M. M., (1983). **Student conceptions of changes of state water.** Journal of Research in Science Teaching, 67, 489-508.
119. Osborne, R. J., ve Wittrock, M. C., (1983). **Learning science: A generative process.** Science Education, 67(4), 449-458.

120. Osborne, R. ve Freyberg, P., (1985). Children's Science. In R. OSBORNE and P. FREYBERG (Eds.) **Learning in Science: The Implications of Children's Science**. Hong Kong: Heinemann.
121. Osborne, R.J., ve Wirtrock, M.C., (1983). **Learning sciences: a generative process**. Science Education, 67(4), 489-508.
122. Ost, D. H., (1987). **Models, modeling and the teaching of science and mathematics**. School Science and Mathematics, 87(5), 363-370.
123. Özgür, S. Ve Bostan, A., (2007). **Atom Kavramının Epistemolojik Analizi ve Öğrencilerin Konu ile İlgili Kavram Yanılgılarının Karşılaştırılması**. e-Journal of New World Sciences Academy 2007, Vol: 2, Sayı: 3 Makale Numarası: A0033.
124. Özmen, H., (2004). **Some students' misconceptions in chemistry: a literature review of chemical bonding**. Journal of Science Education and Technology, 13(2), 147-159.
125. Özmen, H., (2007). **Üniversite Öğrencilerinin Kimyasal Bağlanma Konusunu Anlama Ve Yanılgılarını Gidermelerine Bilgisayar Destekli Öğretimin Etkisi**. Milli Eğitim Dergisi, sayı 175.
126. Pais, A., (1991). **Niel's Bohr's Times: In Physics, Philosophy and Polity**. Clarendon Press, Oxford.
127. Paradigma Felsefe Sözlüğü, (2002). der: Ahmet Cevizci. İstanbul: Paradigma Yayıncılık.
128. Park, E. J. ve Light, G., (2009). **Identifying Atomic Structure as a Threshold Concept: Student mental models and troublesomeness'**. International Journal of Science Education, 31:2, 233-258
129. Perkins, D., (1999). **The many faces of constructivism**. Educational Leadership, 57(3), 6–11.
130. Perkins, D., (2006). **Constructivism and troublesome knowledge**. J.H.F. Meyer & R. Land (Eds.), Overcoming barriers to student understanding: Threshold concepts and troublesome knowledge (33–47). New York: Routledge.

131. Pestel, B. C., (1993). **Teaching problem solving without modeling through ‘thinking aloud pair problem solving’**. Science Education, 77(1), 83–94.
132. Peterson, F. R. ve Treagust, F. D., (1989). **Grade 12 students' misconception of covalent banding and structure**. Journal of Chemical Education, 66 (6) 459-466.
133. Petri, J., ve Niedderer, H., (1998). **A learning pathway in high-school level quantum atomic physics**. International Journal of Science Education, 20(9), 1075–1088.
134. Petrucci, Harwood ve Herring, (2000). **Genel Kimya 1-2**. cev: Tahsin Uyar. Palme Yayıncılık.
135. Pideci, N., (2002). Öğrencilerin Atom-Molekül Kavramlarına İlişkin Yanılgıları, Yanılgıları Gidermek Üzere Özel Bir Öğretim Yönteminin Geliştirmesi ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı Kimya Öğretmenliği Bilim Dalı, İstanbul.
136. Renstrom, L., Anderson, B. ve Morton, F., (1990). **Students' conceptions of matter**. Journal of Educational Psychology, 82 (3), 555-569.
137. Russell, B., (2000). **Batı Felsefesi Tarihi**, Çev: Muammer Sencer, İstanbul: Say Yayınları.
138. Ruth, Ben-Zvi, Eylon, B.S. ve Silberstein, J., (1986). **Is an atom of copper malleable?** Journal of Chemistry Education, 63, 64-66.
139. Salmaz, Ç., (2002). Lise 1. Sınıftaki Öğrencilerin Atom ve Yapısı Konusundaki Yanlış Kavramlarının Belirlenmesi ve Giderilmesi Üzerine Yapılandırıcı Yaklaşımın Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
140. Sarıkaya, R., Selvi, M., Doğan Bora, N., (2004). **Mitoz ve Mayoz Bölünme Konularının Öğretiminde Model Kullanımının Önemi**. Kastamonu Eğitim Dergisi, 12(1), 85-88.
141. Schmidt, H. J., (1997). **Students' Misconceptions' Looking For a Pattern**. Science Education, vol.81, 123-135.

142. Seçken, N., Morgil, F. İ., (1999). **Orta Öğretimde Kimya Müfredat Programlarında Atom Konusunun İncelenmesi**. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(1), 42-75.
143. Seçken, N., Yücel S. ve Morgil, İ., (2002). **Yüksek Öğretimde Bazı Kimya Bilgilerinin Sınıf Düzeyi ve Cinsiyete Göre Dağılımı**. Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, Cilt 19(2), 1-14.
144. Shiland, T.W., (1995). **What's the use of all this theory?—The role of quantum mechanics in high school chemistry textbooks**. Journal of Chemical Education, 72(3), 215–219.
145. Störing, H.J., (1994). **İlkçağ Felsefesi Hint Çin Yunan**, (trc. Ö.C. Güngören), İstanbul, s. 97-98.
146. Strauss, A., Corbin, J., (1990). **Basics of qualitative research, grounded theory procedures and techniques**. California: Sage Publications, Inc.
147. Taber, K.S., (1998). **The sharing-out of nuclear attraction: Or I can't think about physics in chemistry**. International Journal of Science Education, 20, 1001–1014.
148. Taber, K.S., (2003). **Mediating mental models of metals: Acknowledging the priority of the learner's prior learning**. Science Education, 87, 732 758.
149. Taber, K.S., (2005). **Learning quanta: Barriers to stimulating transitions in student understanding of orbital ideas**. Science Education, 89(1), 94–116.
150. Taylan, N., (1997). **İslam Düşüncesinde Din Felsefeleri**. İstanbul: Marmara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Vakfı Yayınları.
151. Topaloğlu, B., (1981). **Kelam İlmi**. İstanbul: Damla Yayınları.
152. Treagust, D. F., Chittleborough, G., Mamila, T. L., (2002). **Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science**. International Journal of Science Education, 24(4), 357.
153. Tsaparlis, G., (1997). **Atomic and molecular structure in chemical education: A critical analysis from various perspectives of science education**. Journal of Chemical Education, 74(8), 922–925.

154. Tsaparlis, G., (2002). **Quantum-chemical concepts: Are they suitable for secondary students?** Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 3(2), 129–144.
155. Turner, V.W., (1969). **The ritual process: structure and anti-structure.** Yeni basımı Aldine Transaction 1995. Chicago, IL: Aldine Publishing Company.
156. Türnüklü, A., (2001). **Eğitimbilim alanında aynı araştırma sorusunu yanıtlamak için farklı araştırma tekniklerinin birlikte kullanılması.** Eğitim ve Bilim, 26 (120), 8-13.
157. Türnüklü, A., (2000). Eğitimbilim Araştırmalarında Etkin Olarak Kullanılabilecek Nitel Bir Araştırma Tekniği: Görüşme. **Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi.** Sayı:24. Ankara: PegemA Yayıncılık.
158. Ülgen, G., (1998). **Eğitim Psikolojisi.** İstanbul: Alkım Yayınevi.
159. Ünal, G. ve Ergin, Ö., (2006). **Fen Eğitimi ve Modeller.** Milli Eğitim Dergisi, sayı:171.
160. Ünlü, S., (2000). Kavramsal Değişim Yöntemlerinin Çocukların Atom, Molekül ve Madde Kavramlarını Anlamadaki Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi O.D.T.Ü., Ankara.
161. Van Driel, H. J. ve Verloop, N., (1999). **Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science.** International Journal of Science Education, vol.21, no.11, 1141-1 153.
162. Van Gennep, A., (1960). **The rites of passage** (yeni basım). London: Routledge & Kegan Paul. (Orijinal çalışma 1909'da basılmıştır).
163. Van Hove-Brouwer, G. M., (1996). Teaching Structures in Chemistry, Doktora tezi, Utrecht: CDû-Press.
164. Ward, R.C. ve Herron, J.D., (1980), **Helping Students Understand Formal Chemical Concepts.** Journal of Research in Science Teaching. Vol.17, No.5, 387 – 400.
165. Wessels, L., (1989). **Bell's Theorem: What to Give Up,** (ed: James T. Cushing ve Ernan McMullin, Philosophical Consequences of Quantum Theory içinde), Notre Dame: University of Notre Dame Press.

166. Wolfson, H. A., (2001).**Kelam Felsefeleri**. çev: Kasım Turhan, İstanbul.
167. Yeğnidemir, D., (2000). Temel Eğitim 8. Sınıf Öğrencilerinde Madde Ve Maddenin Tanecikli-Boşluklu Hareketli Yapısı İle İlgili Yanlış Kavramların Tespiti Ve Giderilmesi. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
168. Yıldırım, A. ve Şimşek, H., (2000). **Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri**. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
169. YÖK, , <<http://yok.gov.tr/>> (Son ulaşım Nisan 2009).
170. Zavrak, M., (2003). Lise Kimya Programında Atomun Yapısı Ünitesinde Aktif Öğrenme Yöntemlerinin Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Ek 1: Anket

ATOM ANKETİ

Sevgili Öğretmen Adayı,

Bu çalışma ile siz eğitim fakültesi öğrencilerinin atom hakkındaki düşüncelerinin saptanması amaçlanmaktadır. Sadece bilimsel amaçlı bir çalışmaya katkıda bulunmanız için lütfen aşağıdaki açık uçlu sorularına içtenlikle cevap veriniz.

Dilek AKYOL, Yüksek Lisans Öğrencisi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Bölümü

Kimya Eğitimi Anabilim Dalı

Buca-İZMİR

dilekakyol1001@hotmail.com

BÖLÜM I
DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER

	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Kimya Öğretmenliği	Fizik Öğretmenliği	Diğer
1. Bölüm				

	1	2	3	4
2. Sınıf				

	I. Öğretim	II. Öğretim
3. Öğretim Programı		

BÖLÜM II

Atom Kavramına İlişkin Değerlendirme Soruları

1. Zihninizde canlandırdığınız atom modelini çiziniz.
2. Zihninizdeki atom modelini (yazarak) betimletiniz.
3. Sizce bir Hidrojen atomunun büyüklüğü ne kadardır? Bildiğiniz bir büyüklükle kıyaslayınız.
4. Sizce atom somut mudur yoksa soyut mudur? Nedenleri ile açıklayınız.

Değerli katkılarınız için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

EK 2: GÖRÜŞME FORMU

- Atom nedir?
- Şu ana kadarki eğitim hayatınızı düşünün(ilk,orta,lise, üniversite..) Atom konusu ile ne zaman tanıştınız?
- Zihninizde canlandığınız atom modelini çiziniz.
- Tarihsel gelişim sürecinde hatırladığınız atom modelleriniz söyler misiniz?
- Çizdiğiniz atom modeli sizce bu modellerden hangisine uymaktadır?
- Yakın bir gelecekte öğretmen olacağımızı düşünürsek, çizdiğiniz bu modeli öğrencilerinize nasıl anlatırdınız?
- Bir tane Hidrojen atomu çiziniz. bu atomun büyüklüğü hakkında ne söyleyebilirsiniz?
- Somut-soyut ne demektir?
- Bu yaptığımız tanımları düşünerek, sizce atom somut mudur yoksa soyut mudur?