



T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KİMYA ÖĞRETMEN VE ÖĞRETMEN ADAYLARININ ATOM
MODELLERİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ANLAMALARI**

AHMET AYGEN

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI

AĞUSTOS 2019



**KİMYA ÖĞRETMEN VE ÖĞRETMEN ADAYLARININ ATOM
MODELLERİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ANLAMALARI**

Ahmet Aygen

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞUSTOS, 2019

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 12 (on iki) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Ahmet

Soyadı : Aygen

Bölümü : Kimya Öğretmenliği

İmza :

Teslim tarihi :27/08/2019

TEZİN

Türkçe Adı : Kimya Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atom Modelleri ile İlgili Kavramsal Anlamaları

İngilizce Adı : Chemistry Teachers' And Prospective Chemistry Teachers' Conceptual Understanding About Atomic Models

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Ahmet AYGEN

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Ahmet Aygen tarafından hazırlanan “Kimya Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atom Modelleri ile İlgili Kavramsal Anlamaları” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Hüseyin AKKUŞ

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Başkan : Doç. Dr. Şenol ŞEN

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi)

Üye : Doç. Dr. Hakkı KADAYIFCI

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 27/08/2019

Bu tezin Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Selma YEL

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Kimya Öğretmenliği Ana Bilim Dalı'nda yürüttüğüm yüksek lisans eğitimim boyunca bilime bakış açısı ile ufkumu açan, bilgi ve tecrübelerini paylaşarak bana yardımcı olan, yol gösteren, beni yüreklendiren, tezimin hazırlanmasında her türlü emeğini ve desteğini esirgemeyen, öğrencisi olmaktan onur duyduğum çok değerli tez danışmanım Doç. Dr. Hüseyin AKKUŞ'a, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmalarında ve veri analizi sürecindeki katkılarından dolayı Arş. Gör. Dr. Sinem GENÇER'e,

Bu sürecin başından beri her zaman yanımda olan ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen, kardeşlik bağından kuvvetli bir bağla bağlı olduğum Dr. Sinan ATEŞ'e, Murat TEKİN'e, Ahmet AYGÜN'e ve kıymetli hocalarım Prof. Dr. Kırati MÜRTEZAOĞLU'na ve Prof. Dr. Cengiz ÇINAR'a,

Üzerimde bugüne kadar emeği ve hakkı olan tüm öğretmenlerime, akrabalarım ve kardeş dediğim arkadaşlarıma,

Araştırmam sırasında bilgilerini ve vakitlerini paylaşan öğretmen ve öğretmen adayı arkadaşlarıma,

Ellerini üzerimden hiç çekmeyen, tüm hayatım boyunca yanımda olan, fedakarlıkları ile beni teşvik eden annem Zerrin AYGÜN'e, babam M. Şükrü AYGÜN'e ve kardeşim Selim AYGÜN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

KİMYA ÖĞRETMEN VE ÖĞRETMEN ADAYLARININ ATOM MODELLERİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ANLAMALARI

(Yüksek Lisans Tezi)

Ahmet AYGEN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2019

ÖZ

Bu çalışmanın amacı kimya öğretmenlerinin ve kimya öğretmen adaylarının atom konusundaki kavramsal anlamaları, atom modelleriyle ilgili imajları ve teori anlayışlarının belirlenmesidir. Çalışma nitel yaklaşımla ele alınmış bir çalışmadır. Çalışmanın araştırma grubunu farklı şehirlerde görev yapan beş kimya öğretmeni ve Ankara’da bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde öğrenim gören 19 kimya öğretmen adayı olmak üzere toplam 24 kişi oluşturmaktadır. Çalışmada veriler 55 adet açık uçlu sorunun yer aldığı yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Sorular, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının atom fikrinin tarihsel gelişimi ve atom modelleri ile ilgili kavramsal anlamalarını; atom ile ilgili imajlarını, atom modellerinin öğretimi sırasında kullanılabilecek analogiler ile ilgili fikirlerini belirlemek için hazırlanmıştır. Hazırlanan görüşme soruları kapsam geçerliği açısından lisans ve lisansüstü düzeyde eğitim veren üç kimya eğitimcisi tarafından incelenmiştir. Elde edilen veriler içerik analizi ve betimsel analiz birlikte kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca araştırmada elde edilen nitel bulguları teyit etmek ve veri çeşitlemesi yapmak amacıyla 27 sorudan oluşan iki aşamalı çoktan seçmeli kavramsal başarı testi uygulanmıştır. Testin geçerliği kapsam geçerliği olarak belirlenmiş, güvenilirliği ise Cronbach α güvenilirliği 0,92 olarak hesaplanmıştır. Testin ortalama güçlük indeksi 0,57 olarak hesaplanmış, maddelerin ayırt ediciliği ise 0,40-0,95 arasında değiştiğinden ayırt ediciliği yüksek bir testtir. Verilerin analizi sonucunda

öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının genellikle atom modellerinin neye dayandırılarak ortaya atıldığı konusunda yeterince bilgi sahibi olmadıkları belirlenmiştir. Özellikle kimya öğretmen adaylarının modern atom teorisini açıklamada yetersiz kaldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bazı öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının atom fikrinin tarihsel gelişimi hakkında bilgi sahibi olmadıkları ve atom modellerinin tarihsel sıralamasını doğru bir şekilde yapamadıkları belirlenmiştir. Ayrıca “atom, en küçük yapıtaşı demektir”, “teoriler, kanuna dönüşmemiş olan çalışmalardır” gibi yanlış kavramalara sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının genellikle Dalton atom modelinin öğretimi için içi dolu küre, Thomson atom modelinin öğretimi için üzümlü kek ve Rutherford atom modelinin öğretimi için güneş sistemi analogilerini kullanmayı düşündükleri belirlenmiştir. Ancak Bohr atom modeli ve modern atom teorisinin öğretimi için kullanılabilecek analogi bulmakta zorluklar yaşadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca atom modellerinin öğretimi için kullanabileceklerini ifade ettikleri bazı analogilerin öğrencilerde yanlış kavrama oluşturabilecek nitelikte olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Atom, Atom Modelleri, Kavramsal Anlama, İmaj

Sayfa Adedi : 174

Danışman : Doç. Dr. Hüseyin AKKUŞ

**CHEMISTRY TEACHERS' AND PROSPECTIVE CHEMISTRY
TEACHERS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING ABOUT ATOMIC
MODELS**

(M.A. Thesis)

Ahmet AYGEN

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF EDUCATIONAL SCIENCES**

August 2019

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the conceptual understanding of chemistry teachers and prospective chemistry teachers about atom, their images about atom models and their understanding of theory. This study was handled using qualitative approach. Study group of this study consists a total of 24 individuals which include five chemistry teachers working in different cities and 19 prospective chemistry teachers studying in education faculty of a state university in Ankara. In this study, data were collected using a semi-structured interview form including 55 open-ended questions. Questions are prepared to determine teachers' and prospective teachers' views about conceptual understanding and historical development of atomic thought and atomic models, images related with atom and their opinions about analogies that can be used during atomic model teaching. To assess content validity, interview questions are analyzed by three chemistry educators teaching at undergraduate and graduate level. Obtained data are analyzed using content and descriptive analysis together. Additionally, to confirm findings obtained in this study and for data variability, two-tier multiple choice conceptual success test consisting of 27 questions is applied. Test validity is determined as content validity and reliability is calculated as Cronbach's α coefficient of 0.92. The average difficulty index of the test is calculated as 0.57 and since item discrimination index varied between 0.40-0.95, this test is highly

discriminative test. Based on data analysis results, it is determined that teachers and prospective teachers generally had insufficient knowledge about basis of proposed atomic models. It is found that especially chemistry teachers are insufficient to explain modern atom theory. In addition, it is determined that some teachers and prospective teachers lacked knowledge on historical development of atomic thought and that they couldn't do the historical ordering of atomic models correctly. Also, it is determined that there are misconceptions such as "The atom is the smallest particle of matter.", "theories are studies that do not turn into laws". It is determined that teachers and prospective teachers used "solid sphere model" analogy for Dalton atom model teaching, "Plum Pudding Model" for Thomson atom model teaching and "solar system" for Rutherford atom model teaching. However, it is determined that they had difficulties to find analogies to teach Bohr atom model and modern atom theory. Additionally, it is determined that some analogies that are expressed to be used in atomic model teaching have the possibility to lead misconception among students.

Keywords : Atom, Atomic Models, Conceptual Understanding, Image

Page Number : 174

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Akkuş

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU.....	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZ	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ	xii
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ.....	1
Problem Cümlesi	7
Alt Problemler	8
Araştırmanın Amacı	8
Araştırmanın Önemi	9
Varsayımlar	10
Sınırlılıklar.....	10
Tanımlar	10
BÖLÜM II	11

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	11
Çalışma ile İlgili Alanyazın Taraması.....	11
BÖLÜM III.....	21
YÖNTEM	21
Araştırmanın Modeli	21
Araştırma Grubu	23
Geçerlik ve Güvenirlik	24
Veri Toplama Araçları	25
Verilerin Analizi	27
BÖLÜM IV	30
BULGULAR.....	30
1. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Atom Fikrinin Tarihsel Gelişimi ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır?	30
2. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Modeli ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır ve Bu Modeli Anlatmada Kullanacakları Analogiler Nasıldır?	34
3. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Teori Kavramı ile İlgili Anlayışları Nasıldır?	44
4. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modeli ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır ve Bu Modeli Anlatmada Kullanacakları Analogiler Nasıldır?	49
5. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modeli ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır ve Bu Modeli Anlatmada Kullanacakları Analogiler Nasıldır?	72

6. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modeli ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır ve Bu Modeli Anlatmada Kullanacakları Analogiler Nasıldır?	92
7. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Modern Atom Kuramı ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır ve Bu Kuramı Anlatmada Kullanacakları Analogiler Nasıldır?	106
BÖLÜM V	118
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	118
Çalışmanın Sonuçları	118
Öneriler	124
KAYNAKÇA	126
EKLER	136

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atom Fikrinin Nasıl Ortaya Çıktığı ile İlgili Fikirleri.....	30
Tablo 2. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atom Kelimesinin Anlamı ile İlgili Fikirleri32	
Tablo 3. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Tarihsel Süreçte Önerilen Atom Modellerinin Tarihsel Olarak Sıralaması	33
Tablo 4. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton'un Atom Modelini Neye Dayanarak Önerdiği ile İlgili Fikirleri	34
Tablo 5. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Zihinlerindeki Dalton Atom Modeli Çizimleri	36
Tablo 6. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Modeli ile Demokritos Atom Fikri Arasındaki Farklılıklar ile İlgili Fikirleri	37
Tablo 7. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Modelindeki Eksiklikler ile İlgili Fikirleri.....	39
Tablo 8. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Modelini Anlatırken Kullandıkları Analogiler ile İlgili Fikirleri	41
Tablo 9. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Teorisinin Kimyaya Katkısı ile İlgili Fikirleri	42
Tablo 10. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Teorisinin Günümüzde Geçerliliği ile İlgili Fikirleri.....	44
Tablo 11. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Teorinin Ne Olduğu ile İlgili Fikirleri	45
Tablo 12. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Teorinin Neden Var Olduğu, Hangi Amaçla Kullanıldığına Dair Fikirleri.....	46

<u>Tablo 13.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Teorilere Daha Sonra Ne Olacağı ile İlgili Fikirleri.....	48
<u>Tablo 14.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atomun Bölünemez Fikri Kim Tarafından Yıkıldığına Dair Fikirleri	50
<u>Tablo 15.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atomun Elektriksel Yüklü Parçacıklardan Oluştugu Görüşünün Nasıl Ortaya Çıktığı ile İlgili Fikirleri.....	53
<u>Tablo 16.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Katot Işını ile İlgili Fikirleri.....	54
<u>Tablo 17.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson'un Atom Modelini Neye Dayanarak Önerdiği ile İlgili Fikirleri	56
<u>Tablo 18.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Zihinlerindeki Thomson Atom Modeli Çizimleri	58
<u>Tablo 19.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modeli ile Dalton Atom Modeli Arasındaki Farklılıklar ile İlgili Fikirleri.....	58
<u>Tablo 20.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Elektronun Yüğü ve Kütlesinin Nasıl Bulunduğu ile İlgili Fikirleri	60
<u>Tablo 21.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson'un e/m Oranını Hangi Düşüncelerden Yararlanarak, Nasıl Bulduğu ile İlgili Fikirleri	62
<u>Tablo 22.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Milikan'ın Yaptığı Deney ile İlgili Fikirleri	63
<u>Tablo 23.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Kanal Işınları ile İlgili Fikirleri.....	65
<u>Tablo 24.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modelindeki Eksiklikler ile İlgili Fikirleri	67
<u>Tablo 25.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modelini Anlatırken Kullandıkları Analogiler ile İlgili Fikirleri	69
<u>Tablo 26.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modelinin Kimyaya Katkısı ile İlgili Fikirleri	70
<u>Tablo 27.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modelinin Günümüzdeki Geçerliliği ile İlgili Fikirleri.....	71

<u>Tablo 28.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atomda Boşluk Olacağı Fikrinin Nasıl Ortaya Çıktığı ile İlgili Fikirleri	72
<u>Tablo 29.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Tarafından Yapılan Deney ile İlgili Fikirleri	74
<u>Tablo 30.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford'un Thomson Atom Modelini Neden Eleştirdiği ile İlgili Fikirleri	76
<u>Tablo 31.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford'un Deneyin Sonuçlarına Göre Nasıl Bir Atom Modeli Önerdiği ile İlgili Fikirleri.....	78
<u>Tablo 32.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Zihinlerindeki Rutherford Atom Modeli Çizimleri	80
<u>Tablo 33.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modeli ile Thomson Atom Modeli Arasındaki Farklılıklar ile İlgili Fikirleri.....	81
<u>Tablo 34.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atomda Çekirdek Olacağı Fikrinin Nasıl Oluştugu ile İlgili Fikirleri	83
<u>Tablo 35.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modelindeki Çekirdek ile Günümüzde Kullanılan Modeldeki Çekirdek Arasındaki Farklar ile İlgili Fikirleri.....	84
<u>Tablo 36.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modelindeki Eksiklikler ile İlgili Fikirleri	85
<u>Tablo 37.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modelini Anlatırken Kullandıkları Analogiler ile İlgili Fikirleri	87
<u>Tablo 38.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modelinin Kimyaya Katkısı ile İlgili Fikirleri	89
<u>Tablo 39.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modelinin Günümüzde Geçerliliği ile İlgili Fikirleri.....	91
<u>Tablo 40.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr'un Atom Modelini Neye Dayanarak Önerdiği ile İlgili Fikirleri	92
<u>Tablo 41.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Zihinlerindeki Bohr Atom Modeli Çizimleri	93
<u>Tablo 42.</u> Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modeli ile Rutherford Atom Modeli Arasındaki Farklılıklar ile İlgili Fikirleri.....	94

Tablo 43. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Modeline Göre Atomların Işınları Nasıl Yayıdıkları ve Soğurdıkları ile İlgili Fikirleri.....	96
Tablo 44. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modelinin Eksiklikleri ile İlgili Fikirleri.....	97
Tablo 45. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modelini Anlatırken Kullandıkları Analogiler ile İlgili Fikirleri	99
Tablo 46. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modelinin Kimyaya Katkısı ile İlgili Fikirleri	101
Tablo 47. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modelinin Günümüzde Geçerliliği ile İlgili Fikirleri.....	103
Tablo 48. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Sommerfeld'in Bohr Atom Modelinde Yaptığı Değişiklikler ile İlgili Fikirleri	104
Tablo 49. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modeli ile Modern Atom Modeli Arasındaki Farklılıklar ile İlgili Fikirleri.....	105
Tablo 50. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Heisenberg Belirsizlik İlkesi ile İlgili Fikirleri.....	107
Tablo 51. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Elektron Bulutu ile İlgili Fikirleri.....	108
Tablo 52. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Modern Atom Teorisi ile İlgili Fikirleri .	110
Tablo 53. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Zihinlerindeki Modern Atom Modeli Çizimleri	112
Tablo 54. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Modern Atom Teorisini Anlatırken Kullandıkları Analogiler ile İlgili Fikirleri	113
Tablo 55. Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Modern Atom Teorisinin Kimyaya Katkısı ile İlgili Fikirleri	115
Tablo 56. Öğretmen Adaylarının Modern Kavramsal Başarı Testi Başarı Durumu.....	117
Tablo 57. Konulara göre Kavramsal Başarı Testi Soru Dağılımı.....	117

BÖLÜM I

GİRİŞ

Yapılandırmacı yaklaşıma göre anlamlı öğrenme yalnızca öğrenen kişinin yeni bilgileri kendinde daha önceden var olan bilgilerle ilişkilendirilmesiyle gerçekleşebilir (Taber, 2002). Bu kurama göre bilgiler öğretmen tarafından öğrencilere doğrudan aktarılamaz, öğrenenler yeni bilgileri zihinlerinde kendileri yapılandırırlar (von Glasersfeld, 1993). Bu sebepten dolayı aynı öğrenme ortamında bulunan öğrenciler belli bir konu ile ilgili çok farklı bilgilere sahip olabilirler. Bu farklılığın ana sebebi öğrencilerin bireysel farklılıklarına yani onların var olan farklı ön bilgilerine, hazır bulunuşluklarına ve farklı kişisel özelliklerine dayanır. Öğrenme sürecinde öğrenenler yeni bilgileri kendi deneyimleri, inanışları, zihinsel yapıları, yetenekleri ve ön bilgileri doğrultusunda organize ederler (Osborne & Wittrock, 1983). Bu da öğrencilerin bilgilerini yapılandırırken edindikleri kavramların, bilimsel olarak kabul edilen anlamlarından farklı olmasına sebep olabilir (Bodner, 1990). Araştırmalar öğrencilerin fen derslerindeki bazı kavramlarının, öğretmenlerin ve bilim adamlarının kavramlarıyla aynı olmadığını ortaya koymaktadır (Osborne & Freyberg, 1985; Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982). Öğrencilerin bu tür kavramlarını Novak (1977) ‘ön kavramlar’, Helm (1980) ‘alternatif kavramlar’, Driver (1981) ‘alternatif çatı’ ve Gilbert, Osborne ve Fensham (1982) ‘çocuk bilimi’ olarak adlandırmaktadırlar. Fen eğitiminin sağlıklı yürütülebilmesi için öğretim sürecindeki bireylerin ortak bir dil kullanmaları oldukça önemlidir. Bu da ancak öğretim sürecindeki bireylerce kavramlara yüklenen anlamların aynı olması ile sağlanabilir.

Kavram, kısaca nesnel gerçekliğin insan beyninde yansıma biçimi (Hançerlioğlu, 1967) veya insan zihninde anamlanan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi şeklinde tanımlanabilir (Ülgen, 2004). Morgan (1977) ise kavramları, “belli bir uyarıcının bir ya da daha fazla özelliğinin soyutlanmasıdır” şeklinde

tanımlamıştır. Kavram öğretimi konusunda yapılan hatalardan bir tanesi de kavramların sadece tanımla öğretilbileceğine inanılmasıdır. Oysaki kavramlar tanımlamalarla öğrenilebilecek bilgi parçaları değildir. Kavramlar insanda doğuştan itibaren gelişmeye başlar. Kavramlar geliştikçe bilginin yapıtaşları oluşur. Oluşan bu yapıtaşları farklı şekillerde bir araya getirilerek yeni bilgilerin kavranması veya zihinde üretilmesi sağlanabilir (Çepni, 2005). Birey dünyaya geldiği andan itibaren, kavram öğrenmeye başlar ve bu kavram öğrenme süreci bireyin yaşamı boyunca devam eder. Yani bir birey okula başlamadan önce, öğretilecek olgu ve kavramlarla ilgili bilgi ve inanışlara sahiptir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, bireylerin sahip olduğu bu kavram ve inanışlar, oldukça köklü ve bilimsel olarak kabul edilen görüşlerle uyumlu olmayabilir (Duit & Treagust, 2003; Gunstone & Champagne, 1990; Osborne, 1985). Sonuç olarak yanlış kavramalara neden olabilecek bu ön bilgiler daha sonraki süreçte hiç şüphesiz ki, bireyin öğrenmesini engelleyebilecek ve karşılaşacağı durumları yanlış yorumlamasına sebep olabilecektir. Bundan dolayı, bireylerde var olan bu yanlış kavramaların kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir.

Wandersee, Mintzes ve Novak, (1994), öğrencilerin sahip olduğu yanlış kavramalara benzer şekilde öğretmenlerinde yanlış kavramalara sahip olduğunu belirtmektedirler. Pardhan ve Mohammad (2005) öğretmenlerin alan bilgileriyle ilgili kavramsal anlamalarının çok önemli olduğuna dikkat çekmiştir. Sınırlı konu alanı bilgisi öğrencilerin kavramsal anlamalarını da kısıtlamaktadır. Öğretmenler yeni öğretim metotlarını bilmelerine rağmen, kısıtlı konu alanı bilgisi kavramsal anlamının başarılmasına imkân vermemektedir. Pardhan ve Mohammad (2005) öğretmenlerin kendi alan bilgilerini artırmaları gerektiğini, öğretmen eğitimcilerinin de bu konuda daha fazla duyarlı olması gerektiğini önermektedir. Bu durum öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları ile ilgili birçok farklı araştırmayla da ortaya konulmuştur (Christianson & Fisher, 1999; Pittman, 1999; Sinan, Yıldırım, Kocakülâh, & Aydın, 2006).

Atom, fen bilimlerinin temel kavramlarından biri olan, gelişen bilim ve teknolojiyle önemi daha da artan bir kavramdır. Bu nedenle fen eğitiminde atom kavramının öğrenenler tarafından bilimsel modele uygun olarak öğrenilmesi fen eğitimi için çok daha fazla önem kazanmaktadır. Çünkü atom kavramı kimyasal bağlar, molekül yapısı gibi birçok kimya konusunun anlaşılmasında temel olduğu gibi aynı zamanda canlıların temel bileşenleri gibi biyoloji konuları ve elektrik, manyetizma, metalik iletkenlik gibi fizik konularının da temelini oluşturmaktadır. Kimya öğrenimine yeni başlayan birçok öğrenci atom kavramı

ile ilgili doğru olmayan zihinsel modellere sahiptir (Nakhleh, 1992). Son yıllarda fen eğitimi alanında yapılan araştırmalar incelenecek olursa, pek çoğunda öğrenmede öğrencilerin ön bilgilerinin çok önemli olduğu sonucuna ulaşıldığı görülür. Bu ön bilgiler büyük çoğunlukla bilim insanları tarafından kabul edilen bilgiler ile çelişmektedir. Bu da öğrencilerde yanlış kavramaların oluşmasına neden olmaktadır (Griffiths & Preston, 1992; Harrison & Treagust, 1996; Renstrom, Anderson & Morton, 1990; Yeğnidemir, 2000). Yanlış kavramalar değişime dirençli olduğu için de özellikle geleneksel yöntemlerle değiştirilmeleri zor olmaktadır (Bahar, 2003).

Fen derslerinin temel gayesi kavramsal anlama olmasına rağmen, her yaştaki öğrencilerin çoğunluğu bilimsel kavramları anlamada zorlanmaktadır (Gobert & Clement, 1999). Bu öğrencilerde yanlış kavrama veya alternatif kavram olarak isimlendirilen bilgilerin oluştuğunu ileri süren Gobert ve Clement (1999), kavramsal anlamayı sağlamada, özellikle yeni ve zor kimya kavramlarının sunumunda, görsel materyallerin kullanımının artırılması gerektiğini önermiştir.

Kimyasal bağlar, molekül yapısı, periyodik cetvel gibi kimyada pek çok konuya ön koşul teşkil eden atomun yapısı ile ilgili bilgiler ilköğretim çağından itibaren verilmektedir. Ortaöğretime gelindiğinde kimya derslerinde atomun yapısı hakkında bilgi veren bütün modeller ve teoriler geniş bir şekilde ele alınmakta, modern atom teorisi ve bu konuyla bağlantılı olarak da orbital kavramı ve çok elektronlu atomların yapısı gösterilmektedir. Üniversitelerin kimya ile alakalı bölümlerinde ise ortaöğretimde atom ile ilgili edinilen bu bilgiler daha genişletilerek işlenir, anorganik kimya ve kuantum kimyası gibi derslerde, dalga mekaniğine göre atomun yapısı tekrar ele alınarak atom ve molekül orbitalleri geniş şekilde anlatılmaktadır.

Fen eğitiminin temel gayelerinden biri de, öğrencilerde doğa olayları ile ilgili kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin oluşturulmasını sağlamaktır. Bu süreçte yer alan kavramlar, yapılarına ve varoluş şekillerine göre farklılık gösterirler. Bazı kavramlarla ilgili günlük yaşamda deneyim sahibi olma imkânı her zaman mümkünken, bazı kavramlar açık şekilde görülmeden ya da konuyla ilgili bilgi sahibi olmadan kavranamaz. Örneğin yer çekimi kuvveti kavramını; günlük yaşamda attığımız topun yere düşmesiyle, ayaklarımız üzerinde zıpladığımızda havada kısa bir an için kalıp tekrar yere dönmemiz vb. olaylarla deneyimleriz. Oysa maddenin tanecikli yapısı ya da gen kavramını günlük yaşamda yukarıda belirtilen örnek kadar açık bir şekilde deneyimleme ve görme şansımız ne yazık ki yoktur. Bu tür kavramları ikinci elden kavramlar, 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 gözlemlendiği halde ölçeklendirilmeye gereksinim duyulan durumlarda kullanılan bu araçlar model olarak adlandırılabilirler.

Modellerin önemli özelliklerinden biri kullanıldıkça daha iyi açıklama yapabilirlikleri açısından geliştirilebilir olması yanında eklemeler yapılarak ve diğer modellerle birleştirilerek derinleştirilebilir olmalarıdır. Dalton'un 1803 yılında kimyasal tepkimelerdeki kütle bağıntılarını açıklayan ancak atomla ilgili yeni bilgileri açıklamada yetersiz kalan atom modelinden sonra Thomson, alanyazında üzümlü kek modeli olarak bilinen pozitif yük içerisinde gömülü olarak bulunan negatif yüklerin yer aldığı atom modelini ileri sürmüştür. Rutherford, Thomson'un atom modelinin doğruluğunu teyit etmek için birçok deneme yapmış ve elde ettiği sonuçların, üzümlü kek modeliyle bağdaşmadığını görmüş ve atomda pozitif yükün ve kütlenin atomun merkezinde toplandığını düşünmüş ve bu merkeze çekirdek adını vermiştir. Ancak bu model de atomda bulunan elektronların hareketini ve çekirdek üzerine neden düşmediklerini açıklamada yetersiz kalmıştır. Bohr, hidrojen atomu ve tek elektronlu bazı iyonların davranışlarını ifade ettiği kendi adıyla anılan atom modelini açıklamıştır. Lakin bu modelde, çok elektronlu atomların davranışlarını açıklamada yetersiz kalmıştır. Schrödinger ve Heisenberg'in katkılarıyla bugünkü modern atom teorisi geliştirilmiştir (Arık & Polat, 2002). Atom modelleri bilimsel modellere verilebilecek en güzel örneklerden biridir. Atom modellerinin tarihsel gelişimi, soyut kavramları somutlaştırması, sınırlılıkları, geliştirilebilir olması, başka modellerle birleştirilerek genişletilmesi ve ardından gelen araştırmalara ışık tutması modellerin doğasına iyi bir örnektir.

Eğitim alanyazınında yaklaşık 50 yıldır modelleme ve modeller konusu araştırılmaktadır. Araştırmacılar, öğretmenler ve eğitim uzmanları eğitim-öğretim kalitesini arttırmak ve daha kalıcı bir öğretim sağlayabilmek amacıyla model ve modellemeyi kullanmaktadırlar (Jong, 2009). Bu, öğretmenlere öğretme etkinliklerinde yardımcı olurken öğrencilere de bilgiyi algılamada kolaylık sağlamaktadır (Güneş, Gülçiçek, & Bağcı, 2004). Modeller, ayrıca öğrencilerde düşünme, problem çözme, karşılaştırma, analiz etme, sentezleme ve sonuca varma gibi davranışların gelişmesini de sağlamaktadır (Günbatar & Sarı, 2005). Fakat modeller uygun ortamda ve doğru bir şekilde kullanılmadığı takdirde öğretene ile öğrenci arasında fikir ayrılıklarına ve yanlış anlaşılmalara neden olabilmektedir (Grosslight, Unger, Jay & Smith, 1991). Bunların yanında modeller, öğrencilerin gerçek

dünyadaki durumları basitleştirmelerine ve karmaşık problemleri anlamalarına yardımcı olmaktadır (Barnett'den aktaran İyibil, 2010). Kavramlar hakkında düşünerek kimya konularında makul zihinsel modeller oluşturabilen öğrenciler, karşılaştıkları çeşitli problemleri çözmede sahip oldukları kavramları kullanabilirler ve kavramlar arasında ilişkiler kurarak anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilirler (Atasoy, Genç, Kadayıfçı, & Akkuş, 2007). Bu yüzden gerçek hayat problemlerini konu alan fen öğretiminde modellerin oluşturulması ve kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Norman (1983)' a göre modeller, bir sistem ya da olaya özgü şematize edilebilen ortak gösterimlerdir. Başka bir deyiş ile genellikle soyut, doğrudan gözlenemeyen bazen de somut bir şekilde gözlenebildiği halde ölçeklendirilmeye ihtiyaç duyulan durumlarda kullanılan işlemler bütününe modelleme denir ve modelleme sonucunda elde edilen ürüne de model denir (Harrison & Treagust, 2000a). Fen eğitimcileri için model denildiğinde akla gelecek olan ilk model şüphesiz ki bilimsel modellerdir. Bilimsel modeller; bilim insanları tarafından ortaya konulan bilimsel ürünler olarak tanımlanabilir (Cartier, Rudolph & Stewart, 2001). Kimya biliminin soyut doğası gereği modellerin kullanım alanları ve işlevleri oldukça geniştir. Örneğin, kimyasal bağların çöp çubuk, atomların küçük renkli toplar halindeki gösterimleri düşünüldüğünde modellerin ve modellemenin kimya öğretimi ve öğrenimindeki önemi daha da belirginleşmektedir.

Modelin tek bir tanımını vermek onu sınırlandırmak anlamına geleceği için araştırmacılar bilimsel modeller için genel bir tanım yapılmasının yerine ortak özelliklerin belirlenmesinin daha açıklayıcı olduğunu savunurlar. De Vos (1985) ve Van Hoeve-Brouwer (1996), bilimsel modellerin ortak özelliklerini yedi basamakta ifade etmişlerdir (aktaran Van Driel & Verloop, 1999).

Yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenilen bilgiler, bilgi yapılandıran bireye özeldir ve nesnellikten uzaktır (Osborne & Freyberg, 1985). Aynı sınıfta öğrenim görmüş öğrencilerin birbirlerinden farklı bilgilere sahip olması bu bakış açısını desteklemektedir. Yeni bir bilgi ancak var olan eski bilgilerle ilişkilendirildiğinde kişiler tarafından yapılandırılabilir ve anlamlandırılabilir. Atom modelleri konusu ile ilgili öğrencilerin var olan bilgilerine ulaşmak, onların mikroskopik boyutta neyi nasıl düşündüğünü anlayabilmek ve atom modelleri konusu ile ilgili modellerine ulaşabilmek için onların zihinsel yapılarını incelemek gerekmektedir. Bu da bireylerin zihinlerinde oluşturdukları imajlara ulaşarak mümkündür.

Öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve imajlarını belirlemek için yapılan çalışmalarda çoktan seçmeli sorular, çizimleri ve açıklamaları içeren açık uçlu sorular, mülakatlar ve sınıf gözlemlerini de içeren görüşmeler veri toplamak için kullanılan ortak araçlardır (Chia-Yu, 2007). Öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve imajlarını belirlemek veri toplama aracı olarak çoğunlukla mülakatlar kullanılmaktadır. Çünkü mülakatlar araştırmacılarla mülakata katılan kişiler arasında etkileşim sağlar. Mülakat anında araştırmacı, öğrenci cevaplarına göre sorularını düzenleyebilir ve bir sonraki soruyu mülakatın ilerleyişine göre ve öğrencinin kendi diline göre seçer (Scott, 1992).

Mülakat tekniği kullanmanın en temel amacı genellikle bir hipotezi test etmek değil, bunun aksine diğer insanların deneyimlerini ve bu deneyimleri nasıl anlamlandırdıklarını anlamaya çalışmaktır. Bundan dolayı odaklanılan nokta diğer insanların öyküleri, betimlemeleri ve düşünceleridir (Seidman, 1991, s.3). Mülakatlar araştırmacıya öğrencilerin hedef konuyla ilgili zihinsel modellerine erişim imkânı verir. Diğer tekniklerden farklı olarak olaya anında müdahale edebilmeleri, öğrenci cevabına göre şekillenen ve değişen görüşme soruları sayesinde daha esnektir. Örneğin katılımcı Bohr atom modeli hakkında ne düşündüğünü ifade ederken, araştırmacı elektron bulutu ya da elektronların nerede bulunduğu dair sorular sorup tam olarak ne düşündüklerini öğrenebilir. Ayrıca katılımcılardan açıklamalarını çizimlerle de göstermelerinin istenmesi onların kavramla ilgili imajlarını çok daha belirgin hale getirmektedir (White & Gunstone, 1992). Katılımcılardan bir olguyla ilgili olarak çizim yapmalarını istemek onların ne düşündüğünü küçük bir ölçek yardımı ile anlamamızı sağlar. Örneğin atom ya da su molekülünün (Coll & Treagust, 2001, 2002; Harrison & Treagust, 2000b; Lichtfeldt, 1996), sıvıların ya da gazların çizimlerini (Scott, 1992; Williamson & Abraham, 1995) istemek katılımcıların bu kavramları nasıl yapılandırdıklarını anlamamızı sağlar. Çizimler sayesinde bireylerin zihninde var olan kavramların ve anlamayı inceleme teknikleri ile ortaya konulamayan boyutların görülmesi sağlanır. Çizimler öğrencilerin nasıl cevaplayacağı konusunda küçük sınırlamalar dışında sınırlama koymayan açık bir tekniktir (Atasoy, 2004, s. 261).

Fen kavramları arasında önemli bir yere sahip olan atom tanımlanırken çok eski çağlardan itibaren çok farklı benzetmeler kullanılmış, teknolojinin gelişimiyle birlikte bu benzetmeler daha sistematik bir biçimde olmuş ve bilimsel gerçeklere oturtularak modellemeye dönüşmüştür (Güneş vd., 2004). Uzun yıllardır atomun yapısı hakkındaki bilgiler “Atom Modelleri”yle açıklandığından öğretmenler bu modelleri kullanarak öğrencilerine atomun

yapısını anlatmaya ve bu şekilde öğrencilerin anlamalarını kolaylaştırmaya çalışmaktadırlar (Jong, 2009; Podolefsky & Finkelstein, 2006).

Atom modellerinin gelişimindeki süreç incelendiğinde görülüyor ki ortaya atılan her yeni model bir önceki modelin eksikliklerinin bir kısmını tamamlamış ve ardından gelecek olan bilgilere, yani yeni araştırmalara ışık tutmuş temel oluşturmuştur. Fakat atomun yapısıyla ilgili birden fazla model (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Modern) kullanımı öğrencilerde kafa karışıklığına neden olmaktadır (Harrison & Treagust, 1996; Podolefsky & Finkelstein, 2006). Bundan dolayı, farklı atom modelleriyle karşı karşıya kalan öğrencilerin bu kavramı algılama durumlarının incelenmesi büyük önem kazanmaktadır.

Atomun yapısı açıklanırken; ders kitaplarında, derslerde çeşitli analogiler kullanılır. Analogi, yabancılık çekilen bir olgunun, bize tanıdık gelen başka bir olguya benzetilerek açıklanmasıdır (Gürdal, Şahin, & Çağlar, 2001). Harrison (2001) analogi ve modeller hakkında “analogi ve modeller popülerdir, çünkü öğrencilerin nesne ve süreçleri gözünde canlandırmasına yardımcı olur” demektedir. Analogiler, öğrenilecek yeni materyalin daha iyi bir şekilde özümsemesini sağlayabilir ve soyut düşünme yetisine sahip olmayan öğrencilerin kavramları daha iyi bir şekilde anlayabilmelerine yardımcı olur (Thiele & Treagust, 1992). Bununla birlikte öğrenenler bu benzeşim modelleri ile karşılaştıklarında, bunları kendi düşünceleri ile birleştirerek doğru veya yanlış, zihinlerinde kendi modellerini meydana getirirler. Öğrencilerin oluşturdukları bu modellerin oldukça dinamik, kişisel ve ulaşılması kolay olmayan bir yapısı vardır. Bazı analogiler doğru olmasa da işlevseldir ve bir üst düzeydeki öğrenmelerini etkileyebilir. Ayrıca eğer özel olarak ilgilenilmez ise değişmeksizin kalır. Bu sebeple öğretmenler, öğretim süreçleri esnasında öğrencilerinin zihinlerinde var olan modelleri ortaya çıkaracak değerlendirmeler yapmalı ve kullanılan analogilerin, öğrencinin zihninde istenenden farklı modeller oluşturup oluşturmadığını araştırmalıdır. Bu çalışmada kimya öğretmenlerinin ve kimya öğretmen adaylarının atom modelleri konusundaki kavramsal anlamaları tespit edilmiş, aynı zamanda atom modellerini anlatırken kullandıkları ve kullanabilecekleri analogiler belirlenmiştir.

Problem Cümlesi

Kimya öğretmenlerinin ve kimya öğretmen adaylarının atom modelleri konusundaki kavramsal anlamaları nasıldır?

Alt Problemler

Problem cümlesiyle ilişkili olarak araştırmanın alt problemleri aşağıda ifade edilmiştir.

1. Kimya öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının atom fikrinin tarihsel gelişimi ile ilgili kavramsal anlamaları nasıldır?
2. Kimya öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının Dalton atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları, zihinlerindeki imajlar ve bu modeli anlatmada kullanacakları analogiler nasıldır?
3. Kimya öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının teori ile ilgili kavramsal anlamaları nasıldır?
4. Kimya öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının Thomson atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları, zihinlerindeki imajlar ve bu modeli anlatmada kullanacakları analogiler nasıldır?
5. Kimya öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının Rutherford atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları, zihinlerindeki imajlar ve bu modeli anlatmada kullanacakları analogiler nasıldır?
6. Kimya öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının Bohr atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları, zihinlerindeki imajlar ve bu modeli anlatmada kullanacakları analogiler nasıldır?
7. Kimya öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının Modern atom kuramı ile ilgili kavramsal anlamaları, zihinlerindeki imajlar ve bu kuramı anlatmada kullanacakları analogiler nasıldır?

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada kimya öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının atom modelleri konusundaki kavramsal anlamalarını, zihinlerindeki imajları tespit etmek ve atom modellerini anlatırken varsa kullandıkları ve kullanabilecekleri analogileri belirlemektir. Ayrıca tarihsel süreçte geliştirilen atom modelleri arasında öğrenme sürecinde nasıl bir ilişkilendirme yaptıklarını ve teori kavramı ile ilgili anlayışlarının ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Araştırmanın Önemi

Atom konusu kimyanın birçok konusunun temelini oluşturmaktadır. Ayrıca, canlıların temel bileşenleri gibi biyoloji konuları ve elektrik, manyetizma, metalik iletkenlik gibi fizik konularının da temelini oluşturmaktadır. Öğrenme sürecinde yeni öğrenilecek kavramlar öncekiler üzerine yapılanmaktadır. Atomun yapısı ve modeli tam anlamıyla anlaşılmadığında, kimya ve fizik derslerinin temellerinde problemler yaşanması kaçınılmaz olacaktır. Bu sebeple fen eğitimi için çok önemli olan atom konusu, atomun yapısı ve tarihsel süreçteki atom modelleriyle birlikte tam ve eksiksiz olarak öğrenilmelidir. Bunun yanında analogi ve modeller de kimya bilgisi gibi üç boyutlu (makroskopik, mikroskopik, sembolik) doğaya sahip bir disiplin için ve birçok fen dersi için de son derece önemlidir. Analogi ve model kullanımının önemi daha önce de vurgulandığı gibi soyut kavramların açıklanmasında ve öğrenci tarafından anlaşılmasında kolaylık sağlamasıdır.

Alanyazındaki birçok araştırmada, üniversite ve lise öğrencilerinin atomla ilgili imajları incelendiğinde “medyatik modeli”, “güneş sistemi modeli” veya “Bohr atom modeli” ağırlıklı olarak tercih ettikleri, derste görmelerine rağmen modern atom teorisinden ve orbitallerden çok az bahsettikleri gözlemlenmektedir. Atom konusu öğrenciye anlatılırken, öğrencilerin bu modelleri ezberlemesinden ziyade yeni gelişmelerin mevcut modellerle açıklanamaması, var olan modeldeki eksikliklerin neler olduğunun belirlenmesi ve yeni modeller önerilirken hangi gelişmelerin bunda nasıl etkili olduğunu sebepleriyle birlikte vermek önemlidir. Bu konudaki yanlış kavramalar, bir yandan öğrenenlerin maddenin tanecikli doğasını 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 yanlış kavramaların tespiti son derece önemlidir.

Atom kavramının ve atom kuramının dünden bugüne nasıl geliştiğinin öğretilmesi öğrencide bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine sebep olacaktır. Bu bağlamda atom fikrini ortaya atan Leucippus, Democritos’dan, günümüzde kullanılan modern atom teorisine kadar olan sürece sebep-sonuç ilişkisi çerçevesinde yer verilmesi, sadece tarihsel süreci görebilmemiz açısından değil, aynı zamanda atom modellerini anlayabilmemiz açısından da yararlı olacaktır.

Bu nedenle bu çalışmanın; atom modellerini kavramsal olarak anlama ve modelleri somutlaştırmada kullanılan analogilerin öğretmen ve öğretmen adaylarında farkındalık oluşturması açısından önemli ve yol gösterici olduğu söylenebilir.

Varsayımlar

1. Çalışmaya katılan kimya öğretmenlerinin ölçme aracındaki sorulara samimi ve objektif cevaplar verdikleri varsayılmaktadır.
2. Çalışmaya katılan kimya öğretmen adaylarının görüşme sorularına samimi ve objektif cevaplar verdikleri varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

1. Çalışma 2015-2016 eğitim öğretim yılında farklı şehirlerde görev yapan ve gönüllü katılan 5 kimya öğretmeni ile sınırlıdır.
2. Çalışma Ankara'daki bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi kimya öğretmenliği ana bilim dalında öğrenim gören 19 beşinci sınıf öğrencisi ile sınırlıdır.
3. Çalışma kimya öğretmenleri ve öğretmen adaylarının atom modelleri konusu ile ilgili görüşlerinin belirlenmesinde kullanılan 55 görüşme sorusu ile sınırlıdır.

Tanımlar

Bu araştırmada sık kullanılan bazı kavramların anlamları şöyledir:

Kavram: Nesnelerin ve olayların ortak özelliklerini kaplayan ve ortak isim altında toplayan terim, klasik mantıkta bir nesnenin zihindeki tasarımıdır (Bolay, 2013).

Yanlı Kavrama: Uzmanlar tarafından kabul edilen kavramlardan farklı olan fikirlerdir (Schmit, 1997)

Model: Çok küçük veya çok büyük olduğu için direkt algılanamayan bir şeyi öğrenciler için görsel ve algılanabilir hale getirmek için yapılan ve öğretimde kullanılan yardımcı materyallerdir (Turgut, Johnson, Çepni & Ayas, 1997).

İmaj: Kavramların adlarını duyduğumuz veya onları düşündüğümüz zaman zihnimizde oluşan resimlerdir (Atasoy, 2004)

Analoji: Bir kişinin bildiği, diğer kişinin daha az bildiği bilgi alanlarının karşılaştırılmasıdır. Bilinen alan için: “araç, temel, kaynak, analog”; daha az bilinen alan için ise “hedef” kavramları kullanılır (Pienta, Cooper, & Greenbowe, 2005).

BÖLÜM II

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Çalışma ile İlgili Alanyazın Taraması

Öğrencilerin atomu nasıl anladıklarını ve bu anlayışta; atom kavramının, atomun boyutunu ve onun madde ve enerji ile olan ilişkisini nasıl geliştirdiklerini araştırmak amacıyla Oruncak (2005) tarafından hazırlanan doktora tez çalışmasında, verilerin toplanmasında anket ve mülakat yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde; öğrencilerin atom hakkındaki bilgilerinin sınırlı olduğu ve klasik ifadeler kullandıkları gözlenmiştir. Ortaya çıkan bir diğer sonuç ise, öğrenciler Modern atom teorisi olarak isimlendirdikleri modelin açıklamasını yaparken gerçekte Rutherford atom modelini tarif ediyor olmalarıdır. Öğrencilerin derslere ön bilgileri ve zihinlerinde yer eden şekillerle geldikleri ve bu düşünceleri yanlış olsa da değiştirme konusunda inatlaştıkları için atom modelleri konusunu orta öğretimde de görmüş ve bilgileri artmış olmasına rağmen Rutherford atom modelinde ısrar ettikleri gözlenmiştir.

Kaya (2018) ortaöğretimde öğrenim gören öğrencilerin atom kavramını anlama seviyelerini tespit edebilmek amacıyla yaptığı araştırmada elde edilen bulgularda araştırmaya katılan yedi farklı devlet lisesinde öğrenim gören 271 son sınıf öğrencisinin yaklaşık yarısının atom kavramını anlamadıkları ve bu konuda yanlış kavramalarının olduğunu tespit etmiştir. Öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili yanlış kavramaları, “Atom, maddenin parçalara ayrılamayan en küçük yapı taşıdır” “Atom, küre şeklindedir”, “Atomun çekirdeği bir küre şeklindedir”, “Elektronlar atomda belli yörüngelerde hareket ederler.” ve “Atom, çekirdek, elektron ve yörüngelerden oluşur” şeklindedir. Öğrencilerin yarısından fazlasının atom altı kuark, lepton, gluon, müon ve benzeri gibi parçacıklardan haberdar olmadıkları belirlenmiştir.

Perkins (2006), fen ve matematik gibi birçok bilim dalında, birçok kavramın anlaşılabilmesinin karakteristik olarak zahmetli oluşundan bahsetmiştir. Günlük yaşamda yanlış kullanılan ifadeler, makul fakat yanlış beklentiler ve bilim insanlarının görüşlerinin karmaşık gelmesi bu kavramları anlamada zorluk çekilmesinin nedeni olabilir. Bir kavramın gereğinden daha fazla soyutlanması öğrenmeyi zorlaştırabilir (Chi, Slotta, & De Leeuw, 1994; Harrison & Treagust, 1996; Markow & Lonning, 1998; Nakhleh, Lowery, & Mitchell, 1996; Pestel 1993). Öğrenciler tarafından oluşturulan alternatif modeller kavramsal olarak öğrenmeyi zorlaştırır (Gentner & Stevens, 1983), Coll ve Taylor (2002), Coll ve Treagust (2003) ve Taber (2003) tarafından yapılan çalışmalarda atom yapısını açıklamada kuantum kuramının zorluğuna odaklanmıştır. Coll ve Treagust (2003) öğrencilerin eğitim düzeyleri ne olursa olsun bilginin kavramsal güçlüğünden dolayı basit modellerin tercih edilmesi gerektiğini belirlemiştir.

Bilir, Baran ve Karaçam (2018) yaptıkları araştırmada fen bilgisi öğretmenlerinin atom teorilerini karıştırmalarının nedenlerini araştırmayı ve bir teorinin diğeriyle karıştırılmasının ardındaki olası sebepleri tartışmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini 2015-2016 eğitim-öğretim yılında fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 55 birinci ve ikinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Atom teorileri üzerine yapılan bu çalışma, fen bilgisi öğretmen adaylarının atom modellerini birbirleri ile karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Öğretmen adaylarının Bohr atom modeli ve modern atom modelini birbiri ile karıştırdığını gözlenmiştir. Bu karışıklığın altında yatan nedenlerin çoğunlukla “her iki teoride de, protonlar ve nötronların atomun merkezinde (etrafında dönen elektronlarla çevrili çekirdek) bir arada bulunduğu” ve “katman, yörünge ve kabuk kavramlarını ayırt edememeleri” olduğu belirlenmiştir.

Alkan (1996), hazırladığı yüksek lisans tez çalışmasında, kimyasal kavramların modellerle öğretimi konusunu ele almıştır. Bu araştırmada, soyut bazı kimya kavramlarının öğretilmesinde model ve benzetmelerin etkisini incelemiştir. Çalışmada farklı iki sınıf öğrencilerine seçilen kavramlara ait ön bilgilerinin sınanması için ön test uygulanmıştır. Bu uygulamadan sonra aynı konular araştırmacı tarafından model ve benzetmeler kullanılarak aynı sınıflara anlatılmıştır. Anlatımın yapılmasından sonra aynı kavramlara ait ikinci bir test son test olarak her iki sınıfa da uygulanmıştır. Ön test - son test sonuçları karşılaştırılmıştır. Öğrencilerden elde edilen veriler incelendiğinde model-benzetme kullanımının öğrenmeyi kolaylaştırarak öğrenci başarısını artırdığı sonucuna varılmıştır.

Fakat seçilen modellerin konuya uygun olması, öğrencinin algılayabileceği düzeyde olması da önemli bir etkidir. Ders kitaplarında daha çok deneylere yer verildiği, modellere fazla yer verilmediği, gözlenmiştir. Somut kavramların öğretilmesinde modellerin etkinliğinin az olmasının sebebi, öğrencinin somut olan bir şeyi daha kolay algılayabilmesidir. Soyut konularda ise öğrenmeyi kolay kılmak için modellemeye daha çok yer verilmelidir.

Kıray (2016) fen bilgisi öğretmen adaylarının atom kavramı konusunda yaşadıkları zorlukları ortaya koymak amacıyla hazırladığı çalışmasında veriler atom ile alakalı hazırlanmış test ve mülakat olmak üzere iki yolla toplanmıştır. Öğrencilerin atom ile ilgili kavramsal anlamaları ve çizimleri analiz edilmiş ve atom modelleri sekiz farklı kategoride (1- Rutherford atom modeli, 2- Bohr atom modeli, 3- Olasılık yörüngesi modeli, 4- Olasılık modeli, 5- Elektron modeli, 6- Elektron yörüngesi modeli, 7- Orbital modeli, 8- Dalga yörüngesi modeli) toplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Bohr atom modeli, öğrenciler tarafından en çok çizilen model iken, olasılık atom modeli, dalga yörüngesi modeli ve elektron yörüngesi modelinin çok az çizildiği görülmüştür. Çalışma, Bohr atom modelindeki yörünge kavramının, öğrencilerin diğer atom modellerini öğrenmelerini etkilediğini ortaya koymuş, spesifik olarak, Bohr atom modelinin, elektron bulutu modelini öğrenme üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin yörünge kavramını sık kullanmasına rağmen, bu kavrama yanlış bir anlam yükleyerek farklı bir anlayış geliştirdikleri, elektronun bir dalga mı yoksa bir parçacık mı olduğu konusunda kafa karışıklıklarına sahip oldukları ortaya konmuştur.

Renstrom ve arkadaşlarının (1990) 13–16 yaşları arasındaki öğrencilerle yaptıkları çalışmada, öğrencilerin maddeyi mikroskobik ve makroskopik düzeyde nasıl algıladıkları incelenmiş ve öğrencilerin madde hakkında altı farklı bakış açısına sahip oldukları belirlenmiştir.

Abraham, Grzybowski, Renner ve Marek (1992), yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin temel kimya kavramları hakkında yanlış kavramlarını tespit etmek için yaptıkları çalışmada, öğrencilerin yanlış kavramalarının sebebinin ders kitaplarından kaynaklandığını tespit etmişlerdir.

Muştu ve Ucer (2017) yaptıkları araştırmada ortaokul öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili bilişsel yapılarının çizim tekniği ile belirlemesi amaçlanmıştır. 2016-2017 eğitim öğretim yılı bahar döneminde gerçekleştirilen çalışma; 5., 6., 7. ve 8. sınıflarında öğrenim görmekte olan toplam 90 ortaokul öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğrencilerin zihinlerindeki atom modellerini belirlemek amacıyla atom kavramı ile ilgili bir çizim

yapmaları ve bu çizdikleri şekle ait bilgiyi nereden öğrendiklerini ifade edebilmeleri için iki adet açık uçlu soru sorulmuştur. Açık uçlu sorulardan elde edilen verilerin analizinde öğrencilerin cevapları “doğru”, “kabul edilebilir”, “yanlış” ve “cevap vermeme” şeklinde 4 kategoride toplanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin çizdikleri atom modellerinin yanlış veya kabul edilebilir seviye olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin çizimlerinde nadiren çekirdek ve elektronlara yer verdiği genellikle küre şeklinde çizim yaptıkları görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin bu bilgilere genellikle farklı ders kitaplarından veya internetten öğrendiklerini ifade ettikleri tespit edilmiştir.

Cervellati ve Perugini (1981) atom orbitali ile ilgili çalışmalarında, üniversite 1. sınıf öğrencilerinin bir kısmının orbitalleri Bohr yörüngeleri ile bir kısmının da enerji düzeyleri ile eşdeğer gördüklerini belirlemişlerdir.

Harrison ve Treagust’un (1996), yaptıkları çalışmada 8. 9. ve 10. sınıf öğrencilerinden 48 öğrencinin atom ve molekül ile ilişkili zihinsel modelleri incelenmiştir. Bunun yanında öğrencilerin, atomun büyüklüğü, maddelerin oluşumu, atomun yaşamı, atomun şekli, atomun yapısı, elektron kabuğu, elektron bulutu, modelleştirme yeteneği gibi konulardaki görüşleri de alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinde, öğrencilerin çoğunluğunun güneş sistemi modeliyle benzeşen orbits (medyatik) modeli tercih ettikleri görülmüştür. En beğenmedikleri model olarak da orbital (modern atom) modelini seçmişlerdir.

Nakhleh ve Samarapungavan (1999), 7–10 yaş grubuna dahil 15 öğrenci ile yaptıkları çalışmada öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı hakkındaki düşüncelerini öğrenmek için maddenin hallerinin makroskopik ve mikroskobik anlaşılmasıyla ilgili mülakatlar yapmışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerden 9’unun maddenin makroskopik taneciklerden oluşmuş bir yapıda olduğunu düşündüğü, 3 öğrencinin maddenin mikroskobik tanecikli yapıda olduğunu düşündüğü ortaya çıkmıştır. Diğer 3 öğrencinin ise makroskopik ve sürekli bir madde yapısı fikrine sahip oldukları görülmüştür.

Taber (2003), modern bilimsel anlayış ile zıt olan atom hakkındaki fikirlerin sebebi üzerine odaklanılmıştır. Alanyazından da istifade edilerek “öğrenenlerin atomu” ile “kimyasal atomun” farklılığı ifade edilmiştir. Bu farklılığın “müfredat atomunun” kolay anlaşılması için istendik şekilde yapıp yapılmadığı üzerinde durarak, tarihsel süreçteki atom modellerinin ve epistemolojik engellerin “kimyasal atomu” anlamayı güçleştirmesini açıklamıştır. Çalışmanın sonucunda “öğrenenlerin atomu” yani “müfredat atomunun” gerçek “kimyasal atomdan” oldukça farklı olduğu vurgulanmıştır. Pedagojik amaçlar için

dikkatlice hazırlanan bir varlık olmayan “Müfredat atomu” eğitimde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Taber bu modelin, farklı tarihi modellerin özelliklerinin düzensiz bir karışımı olduğunu söylemiştir. Aynı zamanda “kimyasal atomun” öğrenenler için zor anlaşılır olduğu ve soyut-yabancı fikirleri öğretirken öğretmenin mecazlar ve benzerlikler kullanmasının önemi vurgulanmıştır. Öğrenme için uygun, güvenilir pedagojik mantığa dayalı alternatif modeller program hazırlayıcıları ve öğretmenler tarafından üzerinde düşünülerek hazırlanmalıdır. Çalışmada geçen "epistemolojik engeller"i de öğrencilerde var olan ve düzeltilmesi gereken yerleşmiş fikirler olarak ifade etmiştir.

Taber (2001) araştırmasında genel olarak öğrencilerin enerji düzeyi, yörünge ve kabuk kavramlarını birbiri yerine kullandıklarını ifade etmiştir. Tsaparlis (1997) ise kuantum kimyası dersi almakta olan kimya öğrencilerinin de atomik ve moleküler orbitalleri tanımlamada problemleri olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Cros ve Maurin (1986) tarafından yapılan üniversite birinci sınıf öğrencilerinin atomla alakalı bilgilerinin incelendiği bir çalışmada, öğrencilerin atomun bütünlüğünü ya hiç bilmedikleri ya da bilgilerinin eksik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin atom ve molekülü oluşturan parçacıkları biliyor olmalarına karşın, bu parçacıkların birbirleriyle olan ilişkilerini ifade etmede sorun yaşadıkları gözlenmiştir. Öğrenciler öğrenmeden ezberleme yolunu seçmiştir. Bu da yanlış kavramaların oluşmasına neden olmaktadır.

Nakiboğlu ve Benlikaya (2001) öğrencilerin atom orbitalleri ve modern atom teorisine yönelik yanlış kavramaları ile ilgili çalışmalarında, araştırmaya katılan öğrencilerin atomun yapısını ifade ederken güneş sistemi modeli veya Bohr atom modelini kullandıklarını bulmuşlardır. Cros, Chastrete ve Fayol'da (1988), yaptıkları çalışmada öğrencilerin çok ayrıntılı bir şekilde dalga mekaniğine göre atom yapısını derslerinde görmelerine rağmen, atomun yapısı ile ilgili ilk bilgilerinin çok az değiştirilebildiğini belirtmiştir.

Yeğnidemir (2000) çalışmasında ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinde var olan maddenin tanecikli, boşluklu ve hareketli yapısı ile ilgili yanlış kavramalarını tespit etmeyi amaçlamıştır. Bu araştırma için öğrenciler ile mülakatlar yapılmıştır. Öğrencilerin bir kısmının verdikleri atomlar renklidir, düzdür, madde ezildiğinde atomları ezilir, gibi cevaplar ile atomu makroskopik bir tanecik olarak düşündüğü, bir kısmının ise maddeyi sürekli olarak algıladığı, maddenin sonunda “hiçbir şey kalmayana kadar” bölünebileceğini düşündüğü sonucuna varılmıştır.

Gündüz (2001) hazırladığı yüksek lisans tez çalışmasında, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde atom ve molekül kavramını ele almıştır. Araştırmada, ilköğretim öğrencileri ile ortaöğretim öğrencilerinde atom ve molekül kavramı konusunda var olan yanlış kavramalarını ortaya çıkarmak, bunların öğrencilerdeki yaygınlık derecesini belirlemek ve aktiviteye dayalı öğretimin öğrenci başarısı üzerine olan etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu araştırma için uzman görüşleri alınarak, çoktan seçmeli ve şekiller içeren sorulardan oluşan bir test hazırlanmıştır. 120 öğrenci ile uygulanan modele dayalı aktivitelerin, yanlış kavramaların giderilmesi açısından ve öğretim açısından başarılı olduğu gözlenmiştir. Bu çalışma, öğrencilerde atom ve molekül kavramlarına ait pek çok yanlış kavrama olduğunu göstermektedir. Öğrencilerdeki bu yanlışların kalıplaşmış olması ve giderilmesinin zorlayıcı bir süreç gerektirmesi nedeniyle aynı tip yanlışlar 5. sınıf öğrencilerinden 11. sınıf öğrencilerine kadar gözlenmiştir.

Zavrak (2003) hazırladığı 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 hazırlamış ve uygulamanın öğrenme başarısına etkisini incelemiştir. Bu amaç için geliştirilen rehber materyal deney grubuna uygulanmış, kontrol grubuna da geleneksel yöntem ile ders anlatımı yapılmıştır. Uygulama öncesi konuya ait var olan yanlış kavramalarını tespit etmek için her iki gruba da Hazır Bulunuşluk Testi, konu anlatıldıktan sonra ise Değerlendirme Testi uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda aktif öğrenme yönteminin uygulandığı deney grubunun geleneksel öğrenme yönteminin uygulandığı kontrol grubuna göre öğrenme başarılarının anlamlı bir fark gösterdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin Hazır Bulunuşluk Testinde verdikleri yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin atomu oluşturan alt birimler arasındaki ilişkiyi kurmakta zorlandıkları gözlenmiştir. Araştırma sonunda öğrencilerin atom modelleri hakkında bilgi karışıklığı yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışkan (2004) yüksek lisans tez çalışmasında, araştırmaya dayalı lise kimya dersinin ve cinsiyet farkının öğrencilerin atom konusunu anlamalarına, öz yeterliklerine, öğrenme yaklaşımlarına, motivasyonel amaçlarına ve bilimsel bilgi hakkındaki inançlarına olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada öğrenciler iki gruba ayrılmış ve iki farklı öğretim metodu bu gruplara rastgele tatbik edilmiştir. Araştırmada öğrencilere veri toplamak için 4 adet test uygulanmıştır: Atom Konu Testi, öğrencilerin atom konusundaki bilgilerini; Başarı Motivasyon Soru Formu, motivasyonel amaçlarını ve öz yeterliklerini; Bilimsel Bilgi Soru Formu, bilimsel bilgi hakkındaki inançlarını ve Öğrenme Yaklaşımı

Soru Formu, öğrenme yaklaşımlarını ölçmede 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 yanlış kavramalara daha çok rastlanmıştır. Bunun sebebi ise geleneksel yöntemde öğretmenin etkin konumda olması ve öğrencilerin bilgiyi hazır olarak almasıdır.

Erdoğan (2005) hazırladığı yüksek lisans tezinde 7. sınıf öğrencilerinin sorgulayıcı - araştırmaya (inquiry) dayalı öğretim yöntemi ile geleneksel öğretim yönteminin, öğrencilerin atom konusundaki kavramsal anlamalarındaki değişimleri, bilimsel süreç becerileri, başarıları ve fene karşı tutumları ile ilgili etkilerini karşılaştırarak incelemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmanın bir diğer amacı ise, ortaokul öğrencilerinin atom hakkındaki fikirlerinin bilimsel doğruluğu ve içeriği hakkında bilgi edinmek ve öğrencilerde atom ile ilgili var olan yanlış kavramların kaynak bilgileriyle uyum gösterip göstermediğini araştırmaktır. Gruplardan biri kontrol grubu, diğeri ise deney grubu olarak ayrılmış ve gruplar için öğretim yöntemi rastgele belirlenmiştir. Ön ve son test olmak üzere öğrencilere Kavram Testi, Başarı Testi, Bilimsel Süreç Beceri Testi ve Fene Karşı Tutum ve Algılama Testi uygulanmıştır. Fen eğitiminde yapılan araştırmaların büyük çoğunluğu ilköğretim 2. kademe öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Bu seviyedeki öğrencilerde kimya kavramlarının bazılarında bilimsel olarak kavramsal anlama henüz gelişmemiştir (Harrison, Treagust; 1996). Yapılan çalışmada bu fikri desteklemektedir. Ön testte öğrencilere zihinlerindeki atom modelini çizmeleri istenmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun yörünge modelini çizdiği gözlenmiştir. Bu model çoğunlukla kitaplarda atom konusu anlatılırken kullanılan modeldir. Bu yüzden öğrencilerin büyük çoğunluğunun zihninde yer etmiştir.

Salmaz (2002) yüksek lisans tez çalışmasında, lise 1. sınıf öğrencilerinin atom ve yapısı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi üzerine yapılandırıcı yaklaşımın etkisini araştırmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin yanlış kavramalarının giderilmesinde geleneksel öğretim modeli ile yapılandırıcı yaklaşımın etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim yönteminin geleneksel öğretim modeline göre öğretim ve yanlış kavramaların giderilmesi açısından daha başarılı olduğu gözlenmiştir. Araştırmada yanlış kavramaların öğrencilere zincirleme olarak geçeceği için öğretmenlerin de atom konusundaki yanlış kavramalarının tespit edilmesinin gerekli olduğu sonucuna varıldı. Elde edilen veriler de

öğrencilerin maddenin en küçük parçasının atom olduğunu, atomun da küçük parçacıklardan oluştuğunu düşündükleri, bazı öğrencilerin atomun canlı olduğuna inandıkları ortaya çıkmıştır.

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 yanlış kavramaları başka birçok araştırmaya konu olmuştur (De Posada, 1997; Gilbert & Watts, 1983; Griffiths & Preston, 1992; Novick & Nussbaum, 1978). Mikroskobik düzeyde kavramanın makroskobik olaylara uygulanmasının öğrencilerde ve konunun uzmanlarında farklılık gösterdiği Jensen (1995) ve Johnstone (2000) tarafından ortaya konulmuştur. Gerek ortaöğretim gerekse üniversitelerde atomun yapısı özellikle orbital kavramı üzerinde yoğun olarak ifade ediliyor olsa da, Taber (1998) atom yapısının tasvirinde öğrencilerin yetenekleri ve deyimleri ile sınırlandıklarını belirtmiştir.

Özgür ve Bostan (2007), ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinde atom kavramı ile ilgili var olan yanlışları araştırmış, bu yanlışlar ile epistemolojik kaynaklı yanlışlar arasında bir ilişki veya benzerliğin olup olmadığını ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda, atom kavramının geçmişten günümüze olan epistemolojisini incelemiş, öğrencilere açık uçlu sorulardan oluşan bir anket uygulamıştır. Anket çalışmasının ardından örneklemden seçilen öğrencilerle birebir mülakatlar yapılmıştır. Araştırmanın sonuçları incelendiğinde, öğrencilerin atom kavramı ile ilgili bazı düşünceleri ile atom kavramının tarihsel süreçteki epistemolojik kaynaklı yanlışlar arasında benzerlikler olduğu görülmüştür. Atom modelleri anlatılırken, her yeni modelin bir önceki modelin eksikliklerini tamamlamak amacıyla ileri sürüldüğünün belirtilmesi, atom modelleri arasında ilişkiler kurulması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Harrison ve Treagust (1987) Western-Avustralya'da 8-12 yaş grubundaki öğrencilerin atom ve moleküllere ait zihinsel modelleri ile ilgili yanlış kavramalarını ortaya çıkarmak amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Araştırma, evrenden rastgele seçilen 48 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak mülakat yöntemi seçilmiştir. Araştırmaya katılan öğrenciler kimya dersi görmüş, çeşitli atom ve molekül modelleri ile karşılaşmışlardır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, atom modellerini birbirinden ayırmada zorlandıkları görülmüştür. Bazı öğrenciler atomların bölünerek çoğalacağını (canlılık özelliği) ve atom çekirdeklerinin bölünebileceğini ifade etmişlerdir. Elektron kabuklarını atomları koruyan ve saran kabuklar olarak düşünmüşler, elektron

bulutlarını ise elektronların çok sıkı bir şekilde düzenlendiği farklı bir yapı olarak tanımlamışlardır.

Akyol (2009) tarafından fen bilimleri alanlarında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modellerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, temel kavram olarak atomun öğrenilmesinde ve öğretilmesindeki güçlüklerin belirlenmesini ve kolaylaştırılması için bazı ipuçları elde etmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultudan hareketle öğrencilerin atomun modeli, büyüklüğü, betimlemesi ve somutluğu-soyutluğu ile ilgili ne tür bilgilere sahip oldukları incelenmiştir. Ortaöğretim 10. sınıf müfredatında bulunan atomun yapısı ünitesiyle ilgili bir anket hazırlanarak İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi'nde Fen alanlarında öğrenim gören 295 öğretmen adayına uygulanmıştır. Araştırma, öğrencilerin tarihsel gelişim süreci içerisinde bütün atom modellerini hem lisede hem de üniversitede öğrenmelerine rağmen zihinlerindeki modelin Rutherford atom modeline benzediğini göstermektedir. Diğer yandan öğrencilerin atomun büyüklüğüne dair fikirlerinde sayısal değerlerden çok bildikleri diğer büyüklükler ile kıyaslamayı tercih ettikleri sonucuna ulaşılmış, atomu somut bir varlık olarak düşündüklerini ortaya koymuştur.

Harrison ve Treagust (1996) yaptıkları çalışmada, 8. ve 10. sınıf lise öğrencilerinde var olan zihinsel atom ve molekül modellerini araştırmışlardır. Veri toplama aracı olarak mülakat yöntemi kullanılmıştır. Öğrencilerin büyük bir kısmı zihinsel atom modeli olarak yörünge modelini tercih etmiştir. Yapılan görüşmelerde belirlenen yanlış kavramaların bir bölümünün öğrencilerin kimya ile biyoloji derslerinde kullanılan ortak dilden kaynaklandığını göstermektedir. Öğrenciler, atomun çekirdeğinin, hücrenin çekirdeğiyle benzer olduğunu düşünerek atom çekirdeğinin, atomun faaliyetlerini kontrol eden bir merkez olduğunu; atomların çekirdeklerinin bölünmesiyle çoğalacağını, elektron kabuklarının da atomu koruyan bir yapı olduğunu ve elektron bulutlarını ise sis veya duman gibi düşündüklerini söylemiştir. Öğrenciler atomu canlı bir varlık gibi düşünerek yanılığa düşmektedir.

Harrison ve Treagust (1998) atom ve molekül modellerinin zihinsel oluşum sürecini araştırdıkları çalışmalarında, öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu modelleri gerçeğin birer yansıması olarak düşündüğünü belirlemişlerdir. Öğrencilerin zihinsel model oluştururken daha çok gayret etmeleri, öğretmenlerin de model ile öğretim yaparken modelin sınırlarını iyi bir şekilde çizmeleri gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. 1975 yılından beri farklı yaş grupları ile yapılan çalışmaların sonuçları, öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ve

bununla alakalı kavramları anlamlandırmakta oldukça zorlandıklarını göstermektedir. Bu yanlışlar öğretim yöntemleri, derslerde kullanılan öğretim materyalleri ve kitaplarda atom modellerinin gösterimlerinde kullanılan çizimlerden kaynaklanmaktadır.

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

Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, (2002) yapmış oldukları çalışmada Kimya Eğitimi ve ilköğretim Matematik Öğretmenliği öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, ilköğretim Matematik Öğretmenliği öğrencilerine Genel Kimya dersinde, Kimya Eğitimi öğrencilerine ise Anorganik Kimya ve Kuantum Kimyası gibi derslerde atom modelleri ve molekül orbitalleri geniş bir şekilde anlatılmasına rağmen öğrencilerin büyük bir kısmının Bohr Atom Modeline göre çizim yaptıkları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin zihinsel modellerinde derslerde kullanılmış olan benzeşim modelleri (güneş sistemi, elektron bulutu, enerji kabuğu gibi...) ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının bazılarının zihinsel modellerinin, televizyon, internet ve ders kitaplarında yaygın olarak yer alan medyatik model diye adlandırılan yanlış resimlerle de bağlantılı olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında bazı öğretmen adaylarının zihinlerinde ise atomun yapısı ile ilgili açık ve net bir model olmadığı da ortaya konulmuştur.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışma nitel bakış açısıyla ele alınan bir araştırmadır. Nitel sözcüğü belli ortak özelliklerin paylaşılması ile ortaya çıkan yaklaşımları vurgulamaktadır. Nitel araştırmalarda farklı yaklaşımlar var olmasına rağmen hepsi aşağıda belirtilen ortak özelliklere sahiptir. Bunlar; doğal ortama duyarlılık, araştırmacının katılımcı rolü, bütüncül yaklaşım, algıların ortaya konması, araştırma deseninde esneklik, tümevarıma dayalı analiz" şeklinde sıralanabilir (Yıldırım, 1999).

Doğal ortama duyarlılık: Nitel araştırmada, araştırmanın konusunu teşkil eden olgu ya da olay, içinde bulundukları doğal ortamda incelenmelidir (Patton, 1987). Araştırmaya dahil edilen olguların ya da değişkenlerin manipule edilmesi ve davranışların doğal sürecinden farklı bir ortama itilmesi söz konusu değildir. Aksine, olaylar mümkün olduğu ölçüde doğal ortamları içinde algılanmalı ve bu ortamlar içinde oluşan gerçekler araştırmanın bulgularına temel teşkil etmelidir (Fetterman, 1989).

Araştırmacının katılımcı rolü: araştırmacı bizzat alanda zaman harcayan, deneklerle doğrudan görüşen ve gerektiğinde deneklerin tecrübelerini yaşayan, alanda kazandığı perspektifi ve tecrübeleri toplanan bilgilerin analizinde kullanan kişidir. Bilgi kaynaklarına yakın olma, ilgili kişilerle konuşma, gözlemler yapma, ilgili dokümanları analiz etme ve araştırılan konuyu yakından tanıma ve anlama nitel araştırmada oldukça önemli bir yer tutar. Bu yönüyle nitel araştırmacı, araştırma sürecinin doğal bir parçası haline gelir ve zaman zaman bir bilgi toplama aracı işlevi görür.

Bütüncül yaklaşım: Nitel araştırmada toplanan bilgilerin bütüncül olması temel ilkelerden biridir. Bu düşüncenin temelinde insan davranışlarının karmaşık bir yapıya sahip olduğu ve

birtakım birbirinden bağımsız daha küçük davranışlara kolayca bölünemeyeceği varsayımı yatmaktadır. Bu nedenle nitel araştırma, problemi teşkil eden değişkenleri birbirinden bağımsız olarak inceleme yerine bu değişkenlerin birlikteliğini ön plana çıkarmaya çalışır. Çünkü değişkenlerin kendi başına anlamlı olmadığı, her değişkenin ilgili diğer değişkenlerden etkilendiği ve bu birlikteliğin değişkene gerçek anlamı kazandırdığı varsayılır.

Algıların ortaya konması: Nitel araştırmada en önemli amaçlardan biri araştırmaya dahil edilen kişilerin algılarının ve tecrübelerinin ortaya konmasıdır. Araştırmaya dahil edilen kişiler önemli bilgi kaynakları olarak kabul edilir ve onların vereceği cevapları daha önceden oluşturulan sorularla sınırlandırma yerine açık ve esnek bir tutum izlenir ve ilgili araştırma sorusuna ilişkin mümkün olduğu kadar ayrıntılı ve derinlemesine bilgi toplanmaya çalışılır. Kişilerin içinde bulundukları çevre içerisinde nasıl davrandıklarını, kendilerinin ve diğer kişilerin davranışlarını nasıl yorumladıklarını ve bunların nedenlerini anlayabilmek için nitel araştırmacı, mümkün olduğu kadar araştırmaya dahil edilen kişilere yakın olmalı ve gerekirse onlarla birlikte aynı ortamı paylaşmalıdır (Miles ve Huberman, 1994). Ayrıca araştırmacının empatik becerilere sahip olması ve görüştüğü kişilerin perspektifini ve algılarını anlamaya çalışması önemlidir. Bu şekilde araştırmacı ile katılımcılar arasında daha etkili bir iletişim kurulması ve katılımcıların samimi bir biçimde algılarını ve tecrübelerini anlatması mümkün olacaktır. Nitel araştırmada çok sayıda deneğin araştırmaya katılması güçtür; çünkü toplanan bilgilerin ayrıntılı ve derinlemesine olması gerekmektedir. Araştırmaya katılan deneklerin sayısı az olmakla birlikte sonuçta elde edilen bilginin miktarı ve detayı oldukça fazladır ve analiz de bu nedenle uzun zaman alabilmektedir. Sonuçta ortaya çıkan araştırma raporunun oldukça uzun olması da doğaldır; çünkü elde edilen nitel bilgilerin sunulması ve yorumlanması bunu gerektirir.

Araştırma deseninde esneklik: Amaca en etkili biçimde ulaşabilmek için, uygun yöntem veya yöntemlerin seçimi nitel araştırmada büyük bir önem taşır. Bu yöntemler genellikle görüşme, gözlem ve ilgili dokümanların incelenmesinden oluşur. Nitel araştırmada problemin en açık ve ayrıntılı bir biçimde araştırılması, tanımlanması ve açıklanması için mümkün olduğu ölçüde birden fazla yöntem kullanılır. Birden fazla yöntemin bir arada kullanılmasına ‘çoklu yöntem’ (triangulation) adı verilir ve değişik yöntemlerle toplanan bilgiler birbirleriyle karşılaştırılır. Değişik yöntemlerin birlikte kullanılması toplanan bilgilerin ve açıklamaların güvenilirliğinin ve geçerliliğinin saptanmasında önemlidir.

Nitel araştırmalarda süreç en ince ayrıntılarıyla açık bir biçimde belirlendiği için araştırıcı genellikle bu belirliliğin rahatlığı içindedir. Nitel araştırma süreci ise bu kadar açık-seçik değildir. Nitel araştırma genel olarak problem belirleme, bilgi toplama aracını oluşturma, bilgi toplama ve bu bilgileri açıklama ve yorumlama aşamalarından oluşur. Ancak, araştırmanın başında oluşturulan kavramsal ve yöntemsel yapı, süreç içerisinde değişikliklere uğrayabilir. Yani, araştırma süreci içerisinde araştırmanın yönü değişebilir, yeni problemler ortaya çıkabilir ve yeni yöntemlere başvurulması gerekebilir (Maxwell, 1996).

Tümevarımcı analiz: Belirli bir teorik yapıya bağlı olarak sebep-sonuç ilişkilerini irdeleyen ya da tündengelim ilkesine dayalı olarak belli bir teorinin uygulamaya aktarılmasını ya da denenmesini konu edinen positivist yaklaşımın aksine, nitel araştırmada genellikle, doğruluğu veya yanlışlığı test edilmek üzere önceden belirlenmiş bir teori ya da hipotez yoktur. Nitel araştırmada, tümevarım ilkesi hakimdir ve araştırıcı topladığı tanımlayıcı ve detaylı bilgilerden yola çıkarak incelediği probleme ilişkin ana temaları ortaya çıkarma, topladığı bilgileri anlamlı bir yapıya kavuşturma, yani bu bilgilerden yola çıkarak bir teori oluşturma çabası içindedir (Glaser ve Strauss, 1967).

Belirli bir araştırmanın ne derece nitel olduğunu belirlemede yukarıda tanımlanan özellikler önemli göstergelerdir. Ancak bu özelliklerin tümünün bir arada, yapılan her nitel araştırmada bulunması şart olmayabilir. Örneğin, sadece görüşmelere dayalı bir araştırmada, doğal ortama duyarlılık ön plana çıkmayabilir; ancak diğer özellikler önemli olacaktır. Aynı şekilde sadece gözleme dayalı bir araştırmada algıların ortaya konması konusundaki özellik o kadar kritik olmayabilir.

Araştırma Grubu

Nitel araştırmalarda, tipik bir şekilde kısmen küçük guruplar üzerine bir olgunun derinlemesine araştırılması, anlaşılması ve incelenmesine olanak sağlayan örnekleme seçkisiz olmayan örnekleme yöntemleri tercih edilmektedir. Bu çalışmada ise uygun örnekleme yöntemi seçilmiştir. Kazara ya da elverişli örnekleme ismi ile de anılan uygun örnekleme yöntemi (convenience / accidental / incidental sampling) zaman, para ve işgücü kaybını önlemeyi temel amaç edinen bir yöntemdir. Burada araştırıcı, ihtiyaç duyduğu büyüklükteki bir gruba ulaşana kadar en ulaşılabilir olan yanıtlayıcılardan başlamak üzere

örneklemini oluşturmaya başlar ya da en ulaşılabilir ve maksimum tasarruf sağlayacak bir durum, örnek üzerinde çalışır (Cohen & Manion, 1998; Ravid, 1994).

Bu çalışmanın katılımcılarını, 2015-2016 eğitim öğretim yılında farklı illerdeki devlet liselerinde görev yapan biri kadın beş kimya öğretmeni ve 2015-2016 eğitim öğretim yılında Ankara'da bir devlet üniversitesinde öğrenim gören dokuzu kadın 19 kimya öğretmenliği 5. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının yaş ortalaması 24,8'dir, genel başarıları ise 2,00-3,50 aralığında ve ortalaması 2.75'dir.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin hepsi şehir merkezinde görev yapmakta olup, mesleki deneyimleri beş ile sekiz yıl arasındadır. Öğretmenler görev yaptıkları okullarda Milli Eğitim Bakanlığı tarafından sunulan teknolojik imkanlara (Akıllı tahta, projeksiyon, model setleri, vb.) sahipken sadece bir öğretmen görev yaptığı okuldaki teknolojik materyallerin yeterli olmadığını ifade etmiştir. Öğretmenler görev süreleri boyunca çeşitli hizmet içi eğitimlerine katılmış olmalarına rağmen, atom modelleri ile alakalı bir hizmet içi eğitim almamışlardır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda, geçerlik ve güvenirlik kavramları nicel araştırmada olduğu gibi ele alınmamaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Araştırmacılar, nitel araştırmalarda, verilerinin doğruluğu ve kapsamlılığı ile ilgilenmektedirler. Nitel araştırmalarda güvenirlik; alanyazındaki diğer çalışmalarla tutarlılıktan ziyade, araştırmacının veri olarak kaydettikleri ile araştırma ortamında gerçekte olanlar arasındaki uyum olarak ele alınmaktadır (Bogdan & Biklen, 1992). Güvenirlik kavramı nitel araştırmalarda geleneksel bakış açısı ile ele alınmamakta ve tekrarlanabilir ölçümler olarak değerlendirilmemektedir. Çünkü bu araştırmalarda bir ölçüt alınmaksızın gerçekte ne olduğu ile ilgili pek çok yorum yapılabilmektedir (Merriam, 1998). Nitel bir araştırma genel olarak araştırmacının bakış açısına dayanmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar gördükleri, duydukları ve hissettikleri şeyleri uygun bir şekilde yansıttıklarını göstermek için birçok teknik kullanarak geçerlik ve güvenirliliği sağlamaya çalışmaktadırlar. Frankel ve Wallen (2006) bu teknikleri; veri toplama sürecinde birden fazla veri toplama aracı kullanma, aynı şey için farklı bireylerin tanımlarını karşılaştırma, çalışma grubu ile aynı dili konuşma ve onlarla anlaşabilme, yöneltilen soruları not etme, gözlemler ve görüşmeler sırasında bireysel düşünceleri kaydetme, katılımcı teyidi alma, dış denetleme yaptırma, ifadelerin kaynaklarını

belgeleme, çıkarımların esasını belgeleme, soruların sorulduğu ve durumların gözlemlendiği bağlamı tanımlama, video kamera ve ses kayıt cihazları kullanma, gözlemlenen duruma dayalı olarak çıkarımlar yapma ve bu çıkarımlara göre hareket etme, çalışma grubu ile birden fazla görüşmeler yapma ve çalışma ortamını uzun bir süre gözlemleme şeklinde de açıklamaktadır.

Bu çalışmada çalışma grubuna, veri toplama araçlarına ve çalışmanın yürütüleceği kimya konularına karar verilirken ve verilerin analiz edilmesi sırasında lisans ve lisansüstü düzeyde eğitim veren kimya eğitimcileri ve bu alanda çalışan araştırmacılar tarafından denetleme yapıldı. Verilerin analizi aşamasında güvenilirliği sağlamak için ham veriler, verilerin kodlanması ve temaların belirlenmesi, atom modelleri eğitimi ile ilgili çalışmaları olan iki kimya eğitimcisi tarafından kontrol edildi. Araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak için kullanılan bir diğer yolda veri çeşitlemesi yapmaktır. Bu amaçla çalışmada hem görüşme hem de aynı amaca yönelik iki basamaklı çoktan seçmeli bir test kullanılmıştır.

Araştırmanın güvenilirliğini sağlamak için iki öğretmen adayının mülakatlarının analizi araştırmacı ve alan eğitiminde uzman olan iki farklı araştırmacı tarafından yapıldıktan sonra aralarında %90 uyum sağlandığı görülmüş farklılıklar tartışıldıktan sonra kalan mülakatların analizi araştırmacı araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

Nitel araştırmalar için nicel araştırmalardaki iç geçerlik yerine inandırıcılık, dış geçerlik yerine aktarılabilirlik, iç güvenirlik yerine tutarlık ve dış güvenirlik yerine teyit edilebilirlik kavramları kullanılabilmektedir. Araştırmada inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlık ve teyit edilebilirliği sağlayabilmek için uzun süreli etkileşim, sürekli gözlem, çeşitleme, akran incelemesi, ters durum analizi, katılımcı teyidi, detaylı betimleme, denetleme kullanılabilecek stratejilerdendir (Lincoln & Guba, 1985).

Veri Toplama Araçları

Nitel araştırmalarda en sık kullanılan veri toplama aracı görüşmedir. Görüşme çok kolay bir veri toplama yöntemi olarak düşünülebilir. “Görüşme beceri, duyarlık, yoğunlaşma, bireyler arası anlayış, öngörü, zihinsel uyanıklık ve disiplin gibi pek çok boyutu kapsamı açılardan hem sanat hem de bilimdir” (Patton, 1987, s. 108).

Görüşme yaklaşımları (1) sohbet tarzı görüşme, (2) görüşme formu yaklaşımı ve (3) standartlaştırılmış açık uçlu görüşme tarzı olmak üzere üçe ayrılır (Patton'dan aktaran

Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 149). Bu çalışmada görüşme formu yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım görüşme esnasında irdelenecek bir sorular veya konular listesini kapsar. “Görüşme formu yaklaşımı, benzer konulara yönelmek yoluyla farklı insanlardan aynı tür bilgilerin alınması maksadıyla hazırlanır” (Patton, 1987). Araştırmacı önceden hazırladığı konu veya alanlara sadık kalarak hem önceden hazırlanmış soruları sorma hem de bu sorular ile alakalı daha ayrıntılı bilgi alma amacıyla görüşme esnasında dâhil ettiği soruları sorma özgürlüğüne sahiptir. Sorular veya konuların belirli bir öncelik sırasına konulabilir olmasına rağmen, zorunluluğu yoktur. Görüşme formu yaklaşımı, araştırma problemi ile ilgili tüm boyutların kapsanmasını garanti altına almak için geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Araştırmacı, görüşme sırasında soruların cümle yapısını ve sırasını değiştirebilir, bazı konuların ayrıntısına girebilir veya daha çok sohbet tarzı bir yöntem benimseyebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Görüşme formu yaklaşımı, araştırma grubundaki bireylerin algıladığı dünyayı kendi düşünceleriyle ifade etmelerini sağlar. Bu dünyaya erişmek için sorular genellikle açık uçlu olmalıdır. Bu gibi görüşmelerde ya her bir soru esnek cümlelerden oluşmalı ya da görüşme farklı yapılandırılmış tekniklerde hazırlanmalıdır (Merriam, 2013).

Bu çalışmada kimya öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının atom konusundaki kavramsal anlamaları, atomla modelleri ile ilgili imajları ve bu konunun öğretiminde kullandıkları analogileri tespit etmek amacıyla yarı yapılandırılmış mülakat formunda, araştırmacı tarafından hazırlanan 55 görüşme sorusu kullanılmıştır (EK 1). Soruların kapsam geçerliği alan eğitiminde uzman üç öğretim üyesi tarafından; dil açısından bir Türkçe eğitimi uzmanı tarafından incelendi. Kapsam geçerliği için inceleme yapan kimya eğitimi uzmanları lisans veya lisansüstü düzeyde ders veren alan eğitiminde uzman öğretim üyelerinden oluşmaktadır. Alınan görüşler doğrultusunda hazırlanan sorularda gerekli değişiklikler ve düzenlemeler yapıldıktan sonra amaca uygun olduğu belirlenmiştir.

Öğretmenler ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşmeler her biri yaklaşık 1-1,5 saat süren iki seansta ve iki günde tamamlanmış olup yarı yapılandırılmış bu görüşmeler ses kayıt cihazı yardımı ile kayıt altına alınmıştır. Ayrıca görüşme sürecinde katılımcıların açıklamalarını çizimlerle de göstermesi istenerek, onlarda var olan imajları daha anlaşılır hale getirmek amaçlanmıştır. Görüşmeler araştırmacı tarafından teker teker yazılı metin haline dönüştürülerek ham veriler ve bu verilerin düzenlenmesinden de kategoriler elde edilmiştir.

Araştırmada ayrıca elde edilen nitel bulguları teyit etmek ve veri çeşitlemesi yapmak amacıyla 19 öğretmen adayına Erdamar ve Akkuş (2017) tarafından geliştirilen, 27 soruluk atomun yapısı ve atom modelleri ile ilgili iki aşamalı çoktan seçmeli kavramsal başarı testi uygulanmıştır (EK 2). Testin geçerliği, kapsam geçerliği olarak belirlenmiş, güvenirliği ise Cronbach α güvenirliği 0,92 olarak hesaplanmıştır. 27 maddeden oluşan testin ortalama güçlük indeksi 0,57 olarak hesaplanmış, ayırt ediciliği ise yüksek (her bir sorunun ayırt edicilik indeksi 0,40-0,95 aralığında) bir testtir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizi aşamasında betimsel analiz ve içerik analizi yöntemi birlikte kullanılmıştır. Betimsel analizde veriler daha önceden belirlenmiş temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Veriler görüşme formundaki soruların ortaya koyduğu temalara göre düzenlenir. Ayrıca betimsel analizde katılımcıların görüşme esnasında söylediklerini çarpıcı bir biçimde yansıtabilmek için alıntılara da yer verilir. Amaç veri setini okuyucuya sistematik, açık, düzenli ve yorumlanmış şekilde sunmaktır (Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 256).

Betimsel analiz dört aşamadan oluşur:

1. Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma: Araştırma sorularından, araştırmanın kavramsal çerçevesinden yola çıkarak veri analizi için bir çerçeve oluşturulur. Bu çerçeveye göre verilerin hangi temalar altında düzenleneceği ve sunulacağı belirlenir.
2. Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi: Daha önce oluşturulan çerçeveye göre elde edilen veriler okunur ve düzenlenir. Bu aşamada, verilerin tanımlama amacıyla seçilmesi, anlamlı ve mantıklı bir biçimde bir araya getirilmesi söz konusudur. Oluşturulan çerçeveye göre bazı veriler dışarıda kalabilir.
3. Bulguların tanımlanması: Düzenlenen veriler tanımlanır ve gerekli yerlerde doğrudan alıntılarla desteklenir. Bu aşamada verilerin kolay anlaşılır ve okunabilir bir dille tanımlanmasına ve gereksiz tekrarlardan kaçınılmasına dikkat edilmelidir.
4. Bulguların yorumlanması: Bu aşamada tanımlanan bulguların açıklanması, ilişkilendirilmesi ve anlamlandırılması yapılır. Bulgular arasındaki neden-sonuç ilişkilerinin açıklanması ve gerekirse farklı olgular arasında karşılaştırma yapılması, araştırmacı tarafından yapılan yorumun daha nitelikli olmasına yardımcı olur.

Bu çalışmada öğretmen ve öğretmen adaylarına yöneltilen çizim gerektiren sorularda, örneğin "Dalton atom modelini zihninizde canlandığı şekliyle çizebilir misiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelenmiş ve iki kategori altında toplanmıştır. Bilim insanları tarafından kabul görmüş modellere benzer çizimlere "bilimsel modele uygun çizimler" kategorisinde, bilimsel modele çoğu özellikleri ile benzer olsa da fazla veya eksik birkaç özellik ile birlikte çizilen ve istenen model ile alakasız çizimler veya başka modellerle karıştırılan çizimler ise "bilimsel olmayan çizimler" kategorisi altında verilmiştir.

İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Betimsel analizde özetlenen ve yorumlanan veriler, içerik analizinde daha derin bir işleme tabi tutulur ve betimsel yaklaşımla farkedilemeyen kavram ve temalar bu analiz sonucu keşfedilebilir. Bu amaçla toplanan verilerin önce kavramsallaştırılması, daha sonra da ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir biçimde düzenlenmesi ve buna göre veriyi açıklayan temaların saptanması gerekmektedir. Bu çerçevede, içerik analizi yoluyla verileri tanımlamaya, verilerin içinde saklı olabilecek gerçekleri ortaya çıkarmaya çalışırız. İçerik analizinde temelde yapılan işlem birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır. Bu temel amaç çerçevesinde, içerik analizi yapılışında izlenen bir takım aşamalar aşağıda verilmiştir.

1. Verilerin kodlanması: İçerik analizinin ilk aşaması verilerin kodlanmasıdır. Bu aşamada araştırmacı, elde ettiği bilgileri inceleyerek, anlamlı bölümlere ayırmaya ve her bölümün kavramsal olarak ne anlam ifade ettiğini bulmaya çalışır. Kendi içinde anlamlı bir bütün oluşturan bu bölümler, araştırmacı tarafından isimlendirilir, diğer bir deyişle kodlanır. Verilerin kodlanması nitel verilerin düzenlenmesinde önemli bir kolaylık sağlar.
2. Temaların bulunması: Toplanan verilerin kodlanması ve bu kodlara göre sınıflandırılması yeterli değildir. İlk aşamada ortaya çıkan kodlardan yola çıkarak verileri, genel düzeyde açıklayabilen ve kodları belirli kategoriler altında toplayabilen temaların bulunması gerekmektedir. Temalar daha geniş bir olguyu işaret eder. Bu olguya ilişkin kodların bir araya getirilmesi ve aralarında anlamlı ilişkiler kurulması mümkün olabilir. Tematik kodlama için ilk aşamada, ortaya çıkan kodların benzerlik ve farklılıklarının saptanması ve buna göre birbiriyle ilişkili olan kodları bir araya getirebilecek türden temaların belirlenmesi gerekir.

3. Verilerin kodlara ve temalara göre düzenlenmesi ve tanımlanması: Tematik kodlama aşamasını, verilerin ortaya çıkan kodlara ve temalara göre düzenlenmesi aşaması takip eder. İlk aşamadaki ayrıntılı kodlama ve ikinci aşamadaki tematik kodlama sonucunda, araştırmacı topladığı verileri düzenleyebileceği bir sistem oluşturur. Üçüncü aşamada ise araştırmacı, bu sisteme göre elde edilen verileri düzenler ve bu şekilde belirli olgulara göre verileri tanımlamak ve yorumlamak mümkün olabilir. Bu aşamada verilerin, okuyucunun anlayabileceği bir dille tanımlanması, açıklanması ve sunulması önemlidir. Aynı kod ya da tema altında, veri setinin çeşitli bölümlerinde yer alan verileri tanımlamak ve ortaya çıkan kavram ya da temaya göre bu bilgileri birbiriyle ilişkili bir biçimde sunmak gerekir. Veri analizinin üçüncü aşamasında araştırmacının mümkün olduğu ölçüde tanımlayıcı olması ve elde edilen bulguları ilk elden okuyucuya sunması önemlidir. Bu aşamada araştırmacı, kendi görüş ve yorumlarına yer vermez ve toplanan bilgileri işlenmiş bir biçimde okuyucuya sunar.
4. Bulguların yorumlanması: Ayrıntılı bir biçimde tanımlanan ve sunulan bulguların araştırmacı tarafından yorumlanması ve bazı sonuçların çıkarılması bu son aşamada yapılır. Nitel araştırmada araştırmacı, incelenen olguya yakın olduğu ve gerekirse o olguya ilişkin ilk elden deneyimler edindiği için, onun yapacağı yorumlar değerlidir. Araştırmacı, nitel araştırmada bilgi toplama sürecinin doğal bir parçasıdır ve onun incelenen konuyla ilgili düşünceleri büyük önem taşır. Ancak bu düşünceler, üçüncü aşamada sunulan verilerin tanımıyla tutarlı olmak zorundadır. Yani, ilk elden toplanmış verilerle desteklenmeyen görüşlerin bir araştırmada sunulması uygun değildir. Toplanan verilerin açıklanmasında ve anlamlandırılmasında yardımcı olabilecek araştırmacının görüş ve yorumları nitel araştırmada önemli bir yer tutar. Bu nedenle araştırmacı bu son aşamada, topladığı verilere anlam kazandırmak ve bulgular arasındaki ilişkileri açıklamak, neden-sonuç ilişkileri kurmak, bulgulardan bir takım sonuçlar çıkarmak ve elde edilen sonuçların önemine ilişkin açıklamalar yapmak zorundadır (Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 259).

Bu çalışmada öğretmen ve öğretmen adaylarına yöneltilen diğer sorularda ise verilen cevaplar önce kodlanmış sonra ise kategorilere ayrılarak sınıflandırılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırma verilerinin analizi sonucu elde edilen bulgular altı başlık altında toplandı.

1. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Atom Fikrinin Tarihsel Gelişimi ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır?

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Atom fikri nasıl ortaya çıkmıştır? Bu fikrin deneysel bir kanıtı var mıdır? Neye dayandırılarak açıklanıyordu?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde, öğretmenlerin tamamından ve 12 öğretmen adayından "Felsefik bir düşünce" olduğu cevabı alınmıştır. Öğretmen adaylarının dördü atom fikrinin ortaya çıkmasını deney ve gözleme dayalı bir süreç olarak ortaya atıldığını ifade etmişler, üçünün ise sorulan soruyla alakalı bilgilerinin olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atom Fikrinin Nasıl Ortaya Çıktığı ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Gözleme ve Deneye dayalı	4	-
Felsefik bir fikir	12	5
Bilmiyorum	3	-

12 öğretmen adayı ve beş öğretmen felsefik bir fikir olarak ortaya atıldığını ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren öğretmen adayı (ÖA) ve öğretmenlerin (Ö) ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Simya ile ilgilenildiği dönemde maddenin bir özü var, bu daha küçük parçalara nasıl ayrılır fikri vardı. O zamandan bir fikir vardı ama Demokritos ilk isimlendiren kişidir. DeneySEL bir veri yoktur sadece felsefîk boyutlu bir düşüncedir. Demokritos bir maddeyi küçültülebilecek kadar küçültünce maddenin özelliklerini taşıyan, artık bölemeyecek kadar küçük bir parçaya ulaşmış. Buna dayanarak atom fikri ortaya çıkmış.

ÖA14: Demokritos ile başladı diye biliyorum bu fikir. Maddenin en küçük yapı birimi olarak ifade etti, net olarak Atom demedi. Yanlış hatırlamıyorsam Ömer Bin Hayyam maddenin en küçük parçasını zerre diye ifade etmişti. Maddenin en fazla ne kadar parçalanabileceği fikrinden doğuyor, bir maddeyi oluşturan en küçük birim olarak ifade ediyorlar. Ama sonrasında atomdan daha küçük parçaların olduğu bulundu. Bu dönemde kullanılan ifadeler felsefîk bir düşünce boyutundaydı. Bir gözleme dayalı olduğunu düşünmüyorum.

Ö2: Demokritosla ortaya çıktı. Ya da şöyle söyleyeyim eski Yunan'da birtakım filozoflar (Aristoteles, Empedokles, Demokritos) maddenin kökenini araştırmışlar ve ilk atom ismini de Demokritos kullanmıştır. Fikir tamamen felsefîk bir düşünce olarak ortaya atılıyor, Empedokles diyor ki "dört tane temel tanecik var, madde su - ateş - hava - topraktan oluşur" Demokritos ise maddenin temelinde bölünemeyen ve kendinden olan çok küçük bir tanecik vardır diyor ve buna bölünemez anlamındaki Atomos ismini koyuyor.

Ö5: Atom fikri ilk başlarda felsefecilerin yapmış oldukları çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu felsefecilerden biri Demokritos'tur. Maddenin küçük parçacıklardan oluştuğunu ifade etmiştir deneySEL bir dayanağı yoktur.

Dört öğretmen adayı gözlem ve deneyler sonucunda atom fikrinin ortaya çıktığını ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA13: Merak etmişlerdir. Maddelerin nelerden oluştuğunu en küçük yapı taşlarının ne olduğunu... Sanıyorum atom fikri bir merak ile ortaya çıkmıştır. Dalton'dan önce bir kişi var o ortaya bu fikri atıyor ama ismini hatırlamıyorum. Hatta simya ile uğraşıyordu. Kimya sonuçta deney ve gözlemlere dayandığı için, deney ve gözlemlere dayanarak ortaya atılmıştır. Deneyden ziyade gözlemler bu süreçte etkili olmuştur. Muhakkak bir şeyleri fark ettikten sonra maddenin en küçük parçacığını bulma fikri gelişti ama şu anda gözlemledikleri şeyin ne olduğunu bilmiyorum.

ÖA16: İlk atom fikrini Demokritos ortaya attı. İlk bilim adamlarının bazıları atomun içinin boş olduğunu söyledi, bazıları dolu olduğunu söyledi. Bunlarda ilerledikçe eksiklikleri ortaya çıktı ve atom modelini geliştirdiler. Demokritos küre olarak söylemişti içinin de boş olduğunu söylemişti diye hatırlıyorum. DeneySEL olarak bulmuştu ama deneyi bilmiyorum.

Üç öğretmen adayı bu konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Demokritos ortaya attı fakat tam olarak bir fikrim yok. Ama ispat edemediğini biliyorum. O zaman Demokritos'un karşısında dört element fikri ile Aristoteles güçlü bir rakipti onun fikri

daha gözle görülür olduğu için daha çok ilgi çekmiş. Uzun süre Demokritos'un atom fikri böyle kalmış üzerine bir şey konulmamış...

ÖA17: Açıkçası bunu bilmiyorum desem yeri olur. Bildiğim bir şeyler var ama bununla alakalı mı gerçekten onu bilmiyorum. Dalton tarafından atıldı diyeceğim ama emin değilim. Başka hiçbir şey aklıma gelmiyor desem inanır mısınız?

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen “Atom kelimesinin anlamı nedir?” sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde çok farklı bilgilerin olduğu anlaşılmıştır. Öğretmen adaylarının yedisi "En küçük yapı taşı" bilgisine sahipken dördü bu soruya "Bilmiyorum" yanıtını vermiştir. En küçük parça, en küçük tanecik, bölünemez - parçalanamaz, küçük - ufak gibi alınan cevaplarının yanı sıra bir öğretmen adayı da "Enerji" cevabını vermiştir. Mülakatlardan elde edilen bulgular tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atom Kelimesinin Anlamı ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	4	-
En küçük tanecik	5	1
En küçük yapıtaşı	7	-
Bölünemez/parçalanamaz	2	4
Enerji	1	-

Dört öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Atomun kelime anlamını bilmiyorum ama Yunancadan gelmiştir büyük ihtimalle.

Beş öğretmen adayı ve bir öğretmen en küçük tanecik olarak ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Atomus tan geliyor bölünemeyen en küçük tanecik manasına gelir

ÖA6: Yunancadan geliyor diye biliyorum. En küçük parça anlamı var sanırım.

Ö4: En küçük zerrecik, parçacık diyebilirim.

Yedi öğretmen adayı en küçük yapıtaşı olarak ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA11: Maddenin en küçük yapıtaşı olduğu söyleniyor, ama bana göre atom diye bir şey yok çünkü daha küçük parçalar mutlaka vardır. Ama şuan ki imkânlarla onları bilemiyoruz. Diye düşünüyorum.

ÖA19: Bir maddenin bölünemeyen en küçük yapıtaşı anlamına geliyor zannediyorum. Fakat günümüzde maddenin atomdan daha küçük parçaları olduğu keşfedildi. Kuarklar falan.

İki öğretmen adayı ve dört öğretmen bölünemez parçalanamaz olarak ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Atom'un kelime manası bölünemez parçalanamazdır.

Ö2: Bölünmez demek, Yanlış bilmiyorsam "tom" bölünebilen manasına geliyordu, "A" ise olumsuzluk eki idi. A+tom Bölünemezdi.

Bir öğretmen adayı enerji olarak ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA14: Enerji demekti yanılmıyorsam ama emin değilim.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen “Tarihsel süreçte önerilen Atom modellerini kronolojik olarak sıralayabilir misiniz?” sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının 11'inin sıralamayı doğru olarak yaptığı gözlenmiştir. Yanlış sıralama yapanlar arasında ise tarihsel süreçteki modellerin sıralamasını karıştırdıkları, bazı katılımcıların da modellerin isimlerini hatırlayamadıkları gözlenmiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Tarihsel Süreçte Önerilen Atom Modellerinin Tarihsel Olarak Sıralaması

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Doğru sıralama	11	4
Yanlış sıralama	8	1

11 öğretmen adayı ve dört öğretmen doğru sıralama yapmıştır. Doğru sıralama yapan katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Demokritosla başlayan atom fikri, Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr ve Modern atom teorisi ile devam etmiştir.

Ö1: Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Modern, Standart (modern atom modelinden sonra geliştirilen model, Modern Atom modelinde Atomlar proton + elektron + nötrondan oluşuyor diyor, Standart model ise proton ve nötronları da açıyor, quarklar - leptonlar - mezonlardan da bahsediyor.)

Sekiz öğretmen adayı ve bir öğretmen yanlış sıralama yapmıştır. Yanlış sıralama yapan katılımcıların mülakatlarından alınan bazı ifadeler aşağıda örnek olarak verilmiştir.

ÖA14: Önce Ömer Hayyam'ın fikri, sonra Demokritos'un Atom fikri, sonra Dalton, Thomson, Bohr ve Rutherford olduğunu düşünüyorum.

ÖA17: Şu an aklıma 3 tanesi geliyor. Bohr atom modeli, Dalton atom modeli ve Milikan'ın atom modeli. Bunları sırala dersiniz ilk Dalton derim, ilk onu öğrendim gibi hatırlıyorum. Dalton, Bohr ve Milikan derim.

Ö4: Dalton atom modeli, Faraday ve Crookes (Gazların davranışlarını araştıran kişilerdir), Thomson atom modeli, Rutherford atom modeli, son olarak da Moseley atom modeli yani Modern atom modeli

2. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Modeli ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır ve Bu Modeli Anlatmada Kullanacakları Analogiler Nasıldır?

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Dalton, atom modelini neye dayanarak nasıl önermişti?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde on bir öğretmen adayının soruyu yanıtlayamadığı, soru ile alakalı bilgilerinin olmadığını ifade ettiği gözlenmiştir. Öğretmen adaylarından sadece ikisi "Sabit oranlar ve kütlelerin korunumu" kanunlarına dayanarak önerdiğini ifade etmişken, ikisi "katlı oranlar ve sabit oranlar kanununa dayanarak önermiştir" yanıtını, üçü ise "Demokritos'un düşüncesine dayanarak önermiştir" yanıtını vermiştir. Elde edilen bulgular tablo 4 de verilmiştir.

Tablo 4

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton'un Atom Modelini Neye Dayanarak Önerdiği ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	11	1
Sabit oranlar ve kütlelerin korunumu	2	1
Demokritosun düşüncesine	3	2
Katlı oranlar ve sabit oranlara	2	1
Atom ağırlığına	1	-

11 öğretmen adayı ve bir öğretmen bu konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA5: Neye dayanarak önerdiğine dair hiçbir fikrim yok. Ama içi dolu küre olarak önerdiğini söyleyebilirim. Aynı elementin atomlarının aynı olduğunu söylüyor farklı elementin atomlarına farklı diyor ama bu farklılığın neden kaynaklandığını söylemiyor diye biliyorum.

Ö3: Dalton atomun içi dolu bir kürecik olduğunu söylemiş ama içeriği ile ilgili bir bilgiye sahip değil sadece içi dolu küre demiştir. Ama bu bilgiye neye dayanarak söylemiştir bilemiyorum bir deney yapmış mıdır bilgim yok.

İki öğretmen adayı ve bir öğretmenin Dalton atom modelini "sabit oranlar ve kütlelerin korunumu yasasına" dayanarak önerdiğini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Kütlelerin korunumu ve sabit oranlar kanununa dayanarak ortaya atılmış bir model. Atom altı parçacıklardan haberdar değiller ve içi dolu küre olarak düşünüyor. Bağ yapmalarını da atomda bulunan kancalarla yaptıklarını düşünüp bu şekilde açıklıyor. Atomun varlığını ispat ediyor fakat atomun ne şekilde olduğunu ispatlayamıyor. Bu yüzden olsa olsa böyle olurdu diye teoriler ortaya atıyor.

Ö2: Sabit oranlar ve kütlelerin korunumuna diye hatırlıyorum. Yani kimyanın temel kavramlarına uygun olarak yaptığı gözlemleri var. Direkt olarak günümüzdeki manada atomla alakalı bir gözlemi yok fakat felsefik bir düşünce olarak "bu eğer böyleyse, şu şöyle olur" tarzında çıkarım yaptığı bir model ortaya koyuyor ki bu modelin büyük kısmı eksik ve yanlış.

Üç öğretmen adayı ve iki öğretmen Demokritos'un düşüncesine şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Dalton çok fazla bir şey bilmiyordu, Demokritos'un dediklerinden sonra yine bölünemeyen en küçük taneciğe atom dedi, fakat farklı maddelerin atomlarının, kütlelerinin, boyutlarının birbirinden farklı olduğunu söylemişti. Dalton çok fazla bir şey açıklayamıyordu. Demokritos'un düşüncesine dayandırıyor.

ÖA19: Dalton, Demokritos'un bilgilerine dayanarak bir model önermiştir. Demokritos'un detay olarak ne dediğini bilmiyorum ama Dalton içi dolu küre dedi diye biliyorum.

Ö1: Dalton Demokritos'tan etkilenmiştir. Dalton atom modeli ile Demokritos'un modeli arasında neredeyse çok fark yok ikiside bölünemeyeceğinden bahsediyor. Fakat Dalton sadece atomların birleşerek farklı yapılar oluşturacağından da bahsettiği için farklıdır.

İki öğretmen adayı ve bir öğretmen katlı oranlar ve sabit oranlar yasasına şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Dalton atom modelini katlı oranlar ve sabit oranlar yasasından birine dayanarak önerdi yanlış hatırlamıyorsam. Ama hangisi tam emin değilim.

Ö4: Kimyasal türlerin etkileşimi sonucunda yeni parçacıklar oluştuğu için bu yeni parçacıklarda bunların özelliğini taşıyan bir takım gözle görülemeyen maddelerin var olduğunu düşündüğü için bir model önermiştir. Çünkü Dalton aynı zamanda katlı oranlar kanununu ortaya atan kişidir. Bu kanundan yola çıkarak atom fikrini ortaya atmıştır.

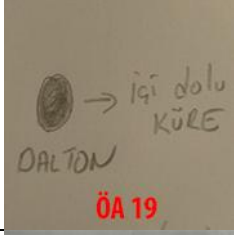
Bir öğretmen adayı atom ağırlığına şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının görüşü aşağıda verilmiştir.

ÖA7: Atomu içi dolu bir kürecik olarak görüyordu. Sanırım atom ağırlığından dolayı öne sürmüştür. Demokritos yanlış hatırlamıyorsa felsefeciydi, felsefik olarak bir atom modeli önermişti. Fakat Dalton deneysel olarak öne sürmüştür.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Dalton atom modelini zihninizde canlandığı şekliyle çizebilir misiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelenmiş, elde edilen bulgular iki kategori altında toplanıp tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Zihinlerindeki Dalton Atom Modeli Çizimleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı Çizimi	(f)	Öğretmen Çizimi	(f)
Bilimsel modele uygun çizimler		9		5
Bilimsel olmayan çizimler		9		-
Bilmiyorum		1		

Tablo 5 incelendiğinde dokuz öğretmen adayının ve beş öğretmenin bilimsel modele uygun olarak Dalton atom modelini çizdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının dokuzunun çizimlerinin bilimsel model ile uyumlu olmadığı gözlenmiştir. Bu çizimlere örnek olarak verilen ÖA17'nin çizimi daha çok üzümlü kek modeli olarak bilinen Thomson modeline benzemektedir. Öğretmen adaylarından biri (ÖA11) çizim yapamamıştır.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Dalton atom modeli ile Demokritos'un atom fikri arasında benzerlikler ve farklılıklar var mıdır, varsa nelerdir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde farklı yanıtlar alınmıştır. Öğretmen adaylarının altısı soruyu "bilmiyorum" diyerek yanıtlarken, beşi "Demokritos'un fikri felsefik iken, Dalton'un fikri bilimsel (deneysel) dir", üçü "Dalton atoma içi dolu küre dedi", ikisi ise "farkları yoktur"

şeklinde cevap vermişlerdir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 6 da verilmiştir.

Tablo 6 incelendiğinde altı öğretmen adayının konuyu bilmediklerini ifade ettikleri görülmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA14: Demokritos'un fikri ile alakalı net bilgim yok detay bilmediğim için sadece Hayyam'ın söylediği maddenin en küçük zerresi dediği aklımda, ama Demokritos'un nasıl ifade ettiğini bilemediğim için kıyaslama yapamayacağım.

ÖA19: İkisi arasındaki farklılık ne tam olarak bilmiyorum Fakat ikisi de maddenin en küçük yapı taşı olduğunu söylemişlerdir.

Tablo 6

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Modeli ile Demokritos Atom Fikri Arasındaki Farklılıklar ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	6	-
Farkları yok	2	1
Dalton'un farklı yanı atomun içinde artı ve eksi yüklerden bahsetmesi	2	-
Demokritos'un fikri felsefik, Dalton'un fikri ise bilimsel ve deneye dayalı	5	2
Dalton atoma içi dolu küre dedi.	3	-
Dalton çekirdekten bahsetti.	1	-
Dalton aynı elementin atomları aynı farklı elementin atomları farklıdır diyor	-	2

Tablo 6'da iki öğretmen adayı ve bir öğretmen farkları yok şeklinde ifade ettikleri görülmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Ortak yönleri ikisi de atom altı parçacıklardan bahsetmiyor dolayısı ile nötron elektron bunların hiçbirisinden bahsetmemiş oluyor. Farklı olarak bir şeyden bahsettiklerini düşünmüyorum.

Ö3: Bence çok fazla bir farklılık yok çünkü Dalton modelinde de çok fazla bir bilgi yok. İkisi de içi dolu kürecik demekten başka bir şey demiyorlardı diye hatırlıyorum.

İki öğretmen adayı Dalton'un farklı yanı atomun içinde artı ve eksi yüklerden bahsetmesi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Benzerlikleri ikisi de maddenin bölünemeyen en küçük yapısına atom demişler, Farklılık olarak Dalton atomun içindeki artı eksi yüklerden de bahsetmiştir.

Beş öğretmen adayı ve iki öğretmen Demokritos'un fikri felsefik, Dalton'un fikri ise bilimsel ve deneye dayalı şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: İkisinin de bölünemez parçalanamaz bir parçacıktan bahsediyor ve maddelerin yapı taşı olduğunu öne sürüyor olmaları benzerlikleri. Aralarındaki temel fark ise Dalton bilimsel bir veriye dayanarak atom modelini öne sürüyor fakat Demokritos'un felsefî bir bakış açısı olarak kalıyor.

ÖA10: Parçalanamayan ve bölünemeyen olduğu kısmı benzer taraflarıydı, Farklı yönü Demokritos'un ortaya attığı atom modeli bir fikir olarak öne sürüldü fakat Dalton'un atom modeli bir şeye dayanarak ortaya konuldu yani deneysel verilerle gösterildi, ama neye dayandırıldığını bilmiyorum.

Ö5: Dalton atom modelinde de Demokritos'un fikrinde de atomun çok küçük gözle görülemeyen tanecikler olduğu ifade edilmiştir. Benzerlikleri budur. Farklılığı ise Dalton'un çalışmalarının deneysel olmasıdır, Demokritos'un fikri felsefik bir düşüncedir.

Üç öğretmen adayı Dalton atoma içi dolu küre dedi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA15: Demokritos sadece atom var dedi ama başka bir bilgi vermedi, Dalton ise içi dolu bir küre dedi diye hatırlıyorum.

Bir öğretmen adayı Dalton çekirdekten bahsetti şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının görüşü aşağıda verilmiştir.

ÖA16: İkisi de aynı şekilde içi boş küre olduğunu söylemişti. Farklılık vardır ama şu anda hatırlamıyorum. (Birkaç soru sonra) Dalton çekirdekten bahsetti dışındaki kabuk gibi olan şeye çekirdek dedi.

İki öğretmen Dalton aynı elementin atomları aynı farklı elementin atomları farklıdır diyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö2: Demokritos sadece bir felsefe yürütüp tek bir kelime ile açıklıyor, ama Dalton ayrıntıya giriyor, sadece kendi özelliğini ihtiva eder diyor, elementler için farklı elementlerin atomları farklıdır diyor, atomlar bir araya gelirken her zaman aralarında belli bir oran vardır diyor. Bileşikler için, bir elementin bütün atomların doğada aynı olduğunu ifade etmiştir. O dönem izotop kavramını bilmiyor Dalton, mesela hidrojen döteryum trityum arasında bir farklılık olduğunu bilmiyor ve bunların hepsinin aynı olduğunu söylüyor. Ama ikisi de bölünmez diyor. Demokritos şekil olarak tarif yapıyor mu bilmiyorum ama Dalton küre şeklinde olduğunu

bilardo topuna benzediğini söylüyor ve yine yanılmıyorsa kütlelerin eşit oranda dağıldığını söylüyordu, kütlelerin büyük çoğunluğunun merkezde olduğunu ifade edemiyor.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Dalton atom modelinin eksiklikleri veya sınırlılıkları var mıdır, varsa nelerdir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının yedisi "Atom, parçalanamaz içi dolu küredir ifadesi eksikliğidir" şeklinde yanıtlarken, altısı elektronlardan bahsetmemesini eksikliği olarak ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının üçü yörünge ve orbitallerden bahsetmediğini ifade etmiştir. Mülakatlardan elde edilen bulgular tablo 7 de verilmiştir.

Tablo 7

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Modelindeki Eksiklikler ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	2	-
Atom; parçalanamaz içi dolu küredir dedi.	7	4
Elektronlardan bahsetmedi.	6	-
Yörünge ve orbitallerden bahsetmiyor.	3	-
Bir maddenin tüm atomları aynıdır diyor.	1	1

İki öğretmen adayı bu konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA17: Modeli ve fikri tam olarak ve detaylı bilmediğim için bu soruya cevap veremeyeceğim.

Yedi öğretmen adayı ve dört öğretmen atom; parçalanamaz içi dolu küredir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Dalton atom modeli içi dolu küre olarak söylemesine rağmen gerçekte öyle değil. Atom altı parçacıklardan bahsetmemesi eksiklik. Her maddenin atomları birbirini birebir aynısıdır demesi eksikliği (izotopları açıklayamıyor), Bağ yapımına dair eksikliği var bu olayı sadece kancalarla olduğunu açıklamış. Bölünemez demesi eksikliği.

ÖA5: Proton, elektron, nötron, çekirdek, yörünge yok hemen hemen hiçbir şey yok. Sadece bölünemez küre diyor. İzotop yok izoelektronik yok bir şeyden bahsetmemiş yani. Eksikliklerin nasıl ortaya çıktığı konusunu hiç bilmem ama elektronların protonların keşfinden sonra çıktı.

ÖA15: Sadece içi dolu küre diyor içinde ne var bahsetmiyor. Protonlar var mı elektronlar var mı bahsetmiyor. Bu eksiklikleri nasıl ortaya çıkarmış bilmiyorum. Aslına bakarsanız bize de

Dalton bu şekilde buldu bundan buldu diye anlatmadılar anlatmıyorlar. İçi dolu küre denilip geçiliyor yani Dalton şuna dayanarak bunu bulmuştur şeklinde anlatılmadı kitaplarda da bu şekilde anlatmıyorlar olsaydı hatırlardım.

Ö3: İçi dolu parçalanamaz bir kürecik diyor Dalton, fakat bugün boşluklu yapıda olduğunu biliyoruz, çekirdeği biliyoruz, proton nötron elektronu biliyoruz bunlardan hiç bahsetmemiştir. Bu eksiklikler ise kendinden sonra yapılan araştırmalarda araştırmacılar tarafından sırayla ortaya konulmuştur.

Altı öğretmen adayı elektronlardan bahsetmedi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA9: Elektron yok, nötron yok, atomun şeklini anlatamıyor, yapısını belirtmiyor bayağı eksik yanı var yani.

ÖA18: Atom içindeki parçacıklardan hiç bahsetmiyor, kapalı bir kutu gibi ifade ediyor, elektron proton nötron hiçbir şeyden bahsetmiyor.

Üç öğretmen adayı yörünge ve orbitallerden bahsetmiyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Elektronların yörüngelerini bilmiyor, nötronu bilmiyor, orbitalleri bilmiyor başka aklıma bir şey gelmiyor. Bunlar Milikan'ın yağ deneyi katot tüpleri deneyleri ile sırayla ispatlanarak ortaya çıktı.

Bir öğretmen adayı ve bir öğretmen "bir maddenin tüm atomları aynıdır" şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA7: Dalton atom modeli sabit oranlar kanununa dayalı fakat katlı oranlar kanununa göre açıklanmıyordu diye biliyorum. Birde bir maddenin tüm atomları aynıdır diyordu bu yanlış, çünkü izotopları falan ele almamıştır.

Ö1: İzotop, izoton, izobar kavramlarını açıklayamamıştır. Örneğin hidrojen atomlarının izotoplarında atomların proton sayıları aynı olmasına rağmen nötron sayıları farklıdır. Aynı atomların farklılıklarını açıklayamamış. İzotop kavramı ve bir elementin bütün atomlarının aynı olmadığı ortaya çıkınca yanlışlıklar da ortaya çıkmıştır.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen “Dalton atom modelini, öğrencilerin anlamasını sağlamak için hangi analogileri kullanabilirsiniz?” sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde katılımcıların sekizinin "içi dolu küre", altısının "içi boş küre" analogisini verecekleri yanıtı alınmıştır. Katılımcılardan biri vereceği analoginin "üzümlü kek" olacağını, ikisi de "elma"yı analogi olarak vereceğini söylemiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 8 de verilmiştir.

Bir öğretmen aday konuyu bilmediğini ifade ettikleri tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 8 incelendiğinde sekiz öğretmen adayı ve beş öğretmenin analogi olarak içi dolu küreyi örnek gösterebileceklerini ifade ettikleri görülmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Şekil olarak baktığımızda Bowling topu olabilir. Dış görünüş olarak baktığımız zaman futbol topunu verebiliriz fakat onun içi dolu olduğunu düşünmelerini söylememiz gerekiyor. İçi dolu tenis topu verilebilir üzerinin tüyleri kanca şeklinde düşünülebilir bazı yüzeylere attığımızda yapışabiliyor buradan bağ yapımını ifade edebilirim.

Ö2: Öğrencilere kendilerinin de (vücutlarının) atomlardan oluştuğunu söylüyorum şaşıyorlar, sonra keşfetmeleri için onlara sorular soruyorum, sizce nasıldır atomlar, keskin köşeleri var mıdır? Yumuşak mıdır? Şeklinde sorular soruyorum. Sonrasında Dalton bu taneciği küre şeklinde bir bilyardo topuna benzetmiştir diyorum veya başka örnekler gösteriyorum.

Tablo 8

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Modelini Anlatırken Kullandıkları Analogiler ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	1	-
İçi dolu küre	8	5
İçi boş küre	6	-
Üzümlü kek	1	-
Gezegen sistemi	1	-
Elma	2	-

Tablo 8'de altı öğretmen adayının içi boş küre kullanırım şeklinde ifade ettiği görülmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Pinpon topu olabilir, balon olabilir fakat içlerinde hava var oysaki Dalton atom modelinde içinin boşluk olduğundan bahsediyor.

ÖA16: Top diyebilirim, onunda içi boş. (İçi boş dışında ise plastik var buna göre Dalton atomu için verdiği analogide o plastik veya deri ile temsil ettiğin şey nedir?) Kabuk gibi bir şey ama neden oluşmuştur bilmiyorum. Kimyasal bir ismi vardı sanıyorum ama hatırlamıyorum. Proton ve elektron diyebilirim.

Bir öğretmen adayı üzümlü kek analogisini verebilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA17: Üzümlü kek modeli varken aklıma başka bir model gelmiyor.

Bir öğretmen adayı gezegen modelini örnek verebilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA13: Gezegenlerden yola çıkabilirim. Dünyanın merkez olduğunu söylerim ve bu merkeze çekirdek dediğimizi söylerim. Ay da Dünya etrafında dolaştığı için bunun da bahsettiğimiz elektronlar olduğunu ifade edebilirim. Merkeze eşit mesafede gezen elektronlar olduğunu söylerim. Dönme hareketi gezegenlerin yaptığı gibi iki boyutta hareketler değil 3 boyutta yani bir küre etrafında dolaşıyor gibi.

Bir öğretmen adayı elmayı analogi olarak gösterirdim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA9: Çocuklara analogi vermek gerekiyor daha kolay öğrenmeleri için ama bunu düşünmemiştim. Şimdi düşündünce elma örneği geliyor aklıma, elmanın çekirdekleri atomun çekirdeğini, yediğimiz kısım ise dıştaki katmanı temsil eder diyebilirim.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Dalton atom teorisinin kimyaya katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde katılımcıların on üçü "Atom modelleri temel oluşturmuştur" derken, ikisi "fen bilimlerinin gelişmesinde katkısı olmuştur", biri "atomun keşfine sebep olmuştur" cevabını vermiştir. Öğretmen adaylarından üçü ise soruya cevap verememiştir. Elde edilen bulgular tablo 9 da verilmiştir.

Tablo 9

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Teorisinin Kimyaya Katkısı ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	3	-
Atom modelleri için en temel basamağı oluşturmuştur.	13	3
Fen bilimlerinin gelişmesinde katkısı oldu.	2	2
Atomun keşfine sebep oluyor.	1	-

Üç öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA16: Kimyaya ne katmıştır bilemeyeceğim.

13 öğretmen adayı ve üç öğretmen atom modelleri için en temel basamağı oluşturmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Gözle göremediğimiz bir şeyden bahsediyoruz ve bunu bir şekilde canlandırmamız lazım, belki tamamen yanlış fakat bu model olmasaydı, bu modelin bazı eksiklikleri düzeltilip bir sonraki model çıkamazdı. Bilimin basamaklı olarak ilerlemesinden dolayı atomla alakalı en temel basamak olması açısından önemli. Zemini Demokritos oluşturmuş üzerine ilk basamağı Dalton koymuş diyebilirim.

ÖA14: Maddenin en küçük birimi diye bir olgudan bahsedilince diğer kimyacılar içinde bir araştırma isteği oluşmuş oldu. Diğer araştırmalar için ilk basamak oldu diyebilirim.

Ö3: Her ne kadar eksikliği çok fazla olsa da sonuçta oradan yola çıkılarak epeyce yol kat edilmiştir. Yapılan her bilimsel çalışma eksikte olsa sonrasında yapılan araştırmalar bunun üzerine bir şeyler koyarak daha doğru sonuçlara erişilmesi için basamak olmuştur. Bu yüzden de değerlidir.

İki öğretmen adayı ve iki öğretmen fen bilimlerinin gelişmesinde katkısı oldu şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Demokritosun atom fikrinin bile çok faydasının olduğunu düşünüyorum fakat bu fikir yaklaşık bin yıl tozlu raflarda kaldı, Dalton ise bu fikri geliştirerek yeniden gün yüzüne çıkardı ve fizik, kimya biyoloji gibi bilimlerin gelişmesinde önemli bir rol oynadı diye düşünüyorum.

Ö2: Çok büyük katkısı vardır. Çünkü bir fikrin başlangıcıdır. Öğrencilerim de soruyor "hocam madem bu model yanlış neden öğreniyoruz?" diye. Her zaman ilk adım çok önemlidir. Dalton da o dönemde ciddi bir fikir ortaya atmıştır ve gelişimi buradan başlamıştır. 1800'li yılların ortalarında artık 'lojiler' oluşmaya başlamıştır, biyoloji, kimya, fizik gibi ayrımlar ortaya çıkmıştır ve bunun en büyük sebeplerinden biri Dalton'un bu fikridir.

Bir öğretmen adayı atomun keşfine sebep olmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA12: Atomun keşfine sebep oluyor, Atomu küre olduğunu ifade etmiştir.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Dalton atom teorisinin günümüzde geçerliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının on üçü "günümüzde geçerli değildir" yanıtını verirken dördü "bazı özellikleri ile hala geçerlidir" yanıtını vermişleridir. Mülakatlardan elde edilen bulgular tablo 10 da verilmiştir.

Tablo 10 incelendiğinde iki öğretmen adayının konuyu bilmediklerini ifade ettikleri gözlenmektedir.

13 öğretmen adayı ve dört öğretmen günümüzde geçerli değil şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Günümüzde geçerli değil atomun artık bölünebilir parçalanabilir olduğunu biliyoruz. Atom altı taneciklerden bahsediyoruz, hatta quarklar leptonlar yeni bulunan parçacıklar dolayısı ile geçerli değil günümüzde.

ÖA9: Tam olarak geçerli değil, o dönemde o haliyle doğru olabilir, günümüzde ise çok fazla eksiği var. Fakat sadece günümüzdeki bilgilerin oluşmasında katkı sağlamış diyebilirim.

Ö2: Hiçbir geçerliliği yok. Sadece sabit oranlar kanunu ile ilgili bilgiler doğru ama diğer bilgiler hatalı diye biliyorum.

Tablo 10

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Dalton Atom Teorisinin Günümüzde Geçerliliği ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	2	-
Günümüzde geçerli değil.	13	4
Bazı özellikleri ile geçerli	4	1

Tablo 10’da dört öğretmen adayı ve bir öğretmenin bazı özellikleri ile geçerli şeklinde cevap verdikleri görülmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Günümüzde hala geçerli, mesela öğrenciye hal değişimini anlatırken Daltonun atom modelini kullanıyoruz aslında. Tanecikleri çizeceğiz, atomları günümüzde bildiğimiz haliyle elektronları, protonları, nötronlarıyla çizemeyeceğimiz için Daltonun atom modelini kullanıyoruz. Yanyana üst üste çizdiğimiz atomu düzgün sıralıyoruz, dağınık bırakıyoruz, birbirinden uzaklaştırıyoruz ve katı sıvı ve gaz hallerini anlatıyoruz. Model geçerli olmasa da hala kullanıyoruz.

ÖA4: Sınırları çizilirse hala geçerliliği var. Sınırlarından kastım, Dalton atom altı parçacıklardan bahsetmiyor ve biz atom altı parçacıkları ihmal edersek, sadece atomların varlığından bahsederek geçerli olabilir bence.

Ö4: Katlı oranlar kanununun hala kullanılıyor olması ve farklı türlerin bir araya gelerek yeni bir tür oluşturuyor olması bilgisi haricinde bir geçerliliği yoktur. Atoma içi dolu diyemeyiz mesela.

3. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Teori Kavramı ile İlgili Anlayışları Nasıldır?

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Teori nedir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının dokuzunun "Açıklama yapmaktır" dediği, dördünün

"bilgidir", üçünün "fikirdir" ve birisinin de "kanundur" cevabını verdiği gözlenmiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 11 de verilmiştir.

Tablo 11

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Teorinin Ne Olduğu ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	2	-
Açıklama yapmaktır	9	-
Fikirdir / Bilgidir	7	5
Kanundur	1	-

İki öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir.

Dokuz öğretmen adayı açıklama yapmaktır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Teori açıklamak istediğimiz bir bilgiyi, ispat edebildiğimiz kadarıyla veya ispat edilmiş diğer bilgiler yardımıyla açıklama yapmak, tanımını yapmak diyebilirim.

ÖA18: Doğruluğunu ya da yanlışlığını gösteremediğin belli noktalarda işine yarayan açıklamalar diyebilirim.

Yedi öğretmen adayı ve beş öğretmen fikirdir, bilgidir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Teori aslında bir fikirdir. O an kanıtlanmamış fikirlerdir.

ÖA9: Bir konu hakkında illa doğru ya da yanlış olmak zorunda olmayan bir fikir diyebilirim.

ÖA13: Ortaya atılmış ve günümüze kadar yanlış olduğu ispatlanmamış ama değiştirilebilecek olan bilgilerdir.

ÖA15: Gerçekliği deney ve gözlemlerle kanıtlanan, herkes tarafından kabul gören bilgilerdir.

Ö3: Kurulduğu anda herhangi bir yanlışlığı tespit edilmemiş, aksi ispat edilmemiş, doğru ve geçerli olan bilgidir diyebilirim.

Ö4: Bir düşüncedir. Kanıtlanabilirliğin bir alt safhasıdır. Pratikteki gerçekleştirilebilirliğinin kâğıt üstünde yazılmış şeklidir diyebilirim.

Bir öğretmen adayı kanundur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA11: Teori ile kanun aynı şeylermiş. Ben ise farklı olduğunu düşünüyorum. Teori değişebilir kanun değişemez diye biliyoruz. Ama Teori ve kanun eş anlamlıymış, ama insanın duyduğu zaman beyninde oluşan algıda kanun daha kesin kuvvetli ispatlanmış gibi geliyor. Bana kanun

kelimesi daha çok sosyal bilimleri ilgilendiren bir terim olarak geliyor, teori ise daha çok fen bilimleri ile alakalı diye.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Teoriler neden vardır? Teoriler ne işe yararlar? Teoriler ne amaçla ortaya atılırlar, hangi durumlarda teorilere ihtiyaç duyulur?" soruları bir grup halinde ele alınmıştır ve verilen cevaplar incelendiğinde öğretmen adaylarından on katılımcının "bir bilgiyi açıklar" cevabını verdiği görülmüştür. Bunun dışında öğretmen adaylarının ikisi "bilinen gerçekleri genellemek", ikisi "hipotezi delillendirmek için", ikisi "bir bilgiyi ispatlamak için" şeklinde cevap verirken, birisi "bir şeyin oluşumunu ifade eder", birisi "bilginin gelişmesinde temel oluşturur" ve birisi de "anı kurtarmak için ortaya atılırlar" şeklinde cevap vermişlerdir. Elde edilen bulgular tablo 12 de verilmiştir.

Tablo 12

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Teorinin Neden Var Olduğu, Hangi Amaçla Kullanıldığına Dair Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bir şeyin oluşumunu ifade eder	1	-
Bir bilgiyi açıklar	10	3
Bir bilgiyi ispatlamak için vardır	2	2
Bilginin gelişmesi için temel oluşturur	1	-
Bilinen gerçekleri genellemek için	2	-
Hipotezi delillendirmek için vardır	2	-
Anı kurtarmak için ortaya atılırlar	1	-

Bir öğretmen adayını bir şeyin oluşumunu ifade eder şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Kanun olmak için demeyeceğim çünkü bu şart değil, bir şeyin nasıl oluştuğunu belirtmek için vardır illa bir yere varması gerekmez. Kanuna giden bir basamak değildir.

10 öğretmen adayını ve üç öğretmen bir bilgiyi açıklar şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Bilgiyi açıklamaya çalışırlar, bu neden böyle olmuştur sorusunu açıklamaya çalışan bilgi birikimidir teori. Bu teoriler yardımıyla başka bir teori açıklanır böylece bilimin ilerlemesini sağlarlar. Mesela yer çekiminden bahsediyoruz. Bu herkes tarafından görünüyor ve biliniyor dolayısı ile bunun için bir teori atılmasına gerek yok. Fakat atom konusu ile ilgili günümüzde en gelişmiş mikroskopla bile incelesek bütün detaylı parçalarını göremiyoruz. Fakat buradaki olayları da açıklamamız lazım, bunu açıklayabilmek içinde var olan bilgileri

birleştirip ortaya bir teori atıyoruz. Bu teori yardımıyla da olayları açıklıyoruz. Teorilerimiz yanlış olabilir eksik olabilir, ama o anda onu açıklayabiliyorsa doğrusu o ama ilerleyen zamanlarda yeni bir bilgi ortaya çıkarsa ona göre yeni teoriler ortaya atılır.

Ö3: Bir bilginin teori olması çeşitli aşamalardan sonra ortaya konur, mesela o günün şartları ile doğruluğu tespit edilip aksini ispat edecek bir bilgi yoksa bu bilgiler teori olarak ifade ediliyor. Bu bilgiyi de hayatımızda referans alarak kullanmamıza yarıyor. Yani bu bilgiyi kullanarak başka bilgileri açıklamaya yarıyor diyebilirim.

İki öğretmen adayı ve iki öğretmen bir bilgiyi ispatlamak için vardır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA16: Bir fikri anlatmak için deney yaparsın. Teoriler bir bilgiyi ispatlamak için vardır. Bilginin var olduğunu ispatlamak için ortaya atılırlar. Kesin değildir bu bilgiler değişiklik yapılabilir.

Ö1: Bir eksiği gidermek için ortaya atılan düşüncelerdir. Bu teoriler deneysel yöntemlerle falan ispatlanıyor, sonuçta da bu görüşün doğruluğu ya da yanlışlığı ortaya çıkıyor.

Bir öğretmen adayı bilginin gelişmesi için temel oluşturur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA13: Kanun dediğimiz kesin ve net bilgileri oluştururlar. Gözlemin sonucu olduğu için ve tam tersi de ispatlanmadığı için gelecek neslin o bilgiyi geliştirebilmesi için bir altyapı oluştururlar.

İki öğretmen adayı bilinen gerçekleri genellemek için şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA14: Bilinen gerçekleri genellememize yarar. Bütün atomlar küre şeklindedir demek bir teoridir mesela. Bütün atomları geneller. Bütün gezegenler küre şeklindedir demek teori olmaz çünkü küre şeklinde olmayan gezegenlerde var. Küresel olmayan bir gezegen bulunana kadar teori gerçek ve kabul edilebilir ama bir tane farklı şekilde bir gezegen bulunduğunda teori çürür.

İki öğretmen adayı hipotezi delillendirmek için vardır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA9: Bilimde bir problem vardır, çözüm bulmak için basamak basamak gideriz teorilerde çözüm bulmak için ortaya atılan fikirlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda hipotezi delillendirmek için ortaya atılırlar.

Bir öğretmen adayı anı kurtarmak için ortaya atılırlar şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA11: Bence teoriler o anı kurtarmak için ortaya atılan bilgilerdir. O anda bir soruya bir probleme cevap vermesi gerekir.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Teorilere daha sonra ne olur?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının dokuzu "Değişmez teori olarak kalır" cevabını verdikleri, altısının "kanuna dönüşür" cevabını verdiği, ikisinin "hipoteze veya kanuna dönüşür" cevabını verdiği, birinin "başka bir şeye dönüşür mü bilmiyorum", birinin de "ispata dönüşür" cevabını verdiği gözlenmiştir. Elde edilen bulgular tablo 13 de verilmiştir.

Tablo 13 incelendiğinde dokuz öğretmen adayının teori olarak kalırlar şeklinde ifade ettiği gözlenmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Teoriler daha sonrasında bir şey olmaz. Biz uzun zaman teorilerin daha sonra kanun olduğunu düşünüyorduk ama teoriler birbirlerine dönüşen şeyler değilmiş. Teoriler teori olarak kalır. Çürütülebilir yenilenebilir fakat kanuna dönüşmez.

ÖA3: Milli eğitim müfredatı liseden bu yana teorilerin ispatlanırsa kanuna dönüşeceğini bizim beynimize kazıdı. Fakat teori teoridir, kanun kanundur, teoriler kanunlara dönüşmezler. Birbirinden farklı kavramlardır.

Tablo 13

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Teorilere Daha Sonra Ne Olacağı ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Teori olarak kalırlar.	9	-
Hipoteze veya kanuna dönüşür.	2	-
Başka bir şeye dönüşür mü bilmiyorum	1	-
Kanuna dönüşür	6	5
İspata dönüşür.	1	-

İki öğretmen adayını hipoteze veya kanuna dönüşür şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Deneylerle desteklenirse hipoteze dönüşebilir. Kesinliği kanıtlanırsa kanuna dönüşebilir

ÖA12: Teoriler kanıtlanırsa kanunlara dönüşür. Teoriler eğer yanlışlanırsa hipoteze de dönebilir.

Bir öğretmen adayını başka bir şeye dönüşür mü bilmiyorum şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA8: Teoriler çürütülürse yeni bir fikir ortaya atılır. Teori o bilgiyi açıklamıyorsa iptal edilir. Başka bir şeye dönüşür mü onu bilemedim.

Altı öğretmen adayı ve beş öğretmen kanuna dönüşür şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA14: Hiç değişmez bilimsel bir kanuna dönüşebilirler tabi, aksi ispatlanınca teoriler çürütülür, fakat aksi ispatlanamaz bir durumda ise teori artık kanun olmuştur. Dalton'un atom teorisi mesela günümüzde doğru değil dolayısı ile o teori çürüdü bir geçerliliği kalmadı, yerine başka teoriler ortaya atıldı.

ÖA17: Teoriler ortaya atılır ve daha sonra kanun olur. Kanun olması için gereken şart çürütülemeyecek bir konuma gelmesi. Her şeyiyle açıklanır olması, bunlar gerçekleşince kanun olur. Kanunlar açık ve nettir kesindir, çürütülemez.

Ö2: Bunların aşamaları vardı tam olarak şimdi hatırlayamadım ama hipotez>gözlem deneyler>teori>kanun şeklinde eksiklerim vardır muhtemelen. Teoriler ortaya atılırlar, mesela 1 atm basınç altında su 100 santigrat derecede kaynar, bu teori artık dünyanın her yerinde ispatlanabilir olduğundan ve kabul gördüğünden kanun haline gelmiştir. Ama ispatlanmazsa teori olarak kalır.

Ö4: Tekrarlanabilirliği yoksa bir teorinin, o teori geçerliliğini kaybeder. Teori eğer pratikte sürekli aynı sonuçları veriyorsa teori artık kanunlaşmaya başlar. Kanun olarak kabul edilir.

Bir öğretmen adayı ispata dönüşür şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA16: Teoriler zamanla ispata dönüşüyor. Ama kanuna dönüşmez, kesin bilgilerdir.

4. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modeli ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır ve Bu Modeli Anlatmada Kullanacakları Analogiler Nasıldır?

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Atomun bölünemez olduğu fikri kim tarafından yıkılmıştır? Bu fikrin dayanağı teorik delillere mi dayalı deneysel çalışmalara mı dayalıdır?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde 11 farklı kategoride cevap alındığı görülmüştür. Öğretmen adaylarından dördü "Thomson'un yıktığını ve teorik delillere" dayandığını ifade ederken, üçü "Einstein yıkmıştır" şeklinde ifade etmiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 14 de verilmiştir.

Tablo 14 incelendiğinde dört öğretmen adayının bu konuyu bilmediklerini ifade ettikleri görülmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA14: Protonlar nötronlar elektronlar keşfedildiği zaman atomun bölünebilir olacağı fikri ortaya çıkmıştır fakat kim buldu ve nasıl buldu hatırlamıyorum.

İki öğretmen adayı Bohr'un teorik delillerle yıktığını ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Thomson değil bence çünkü o böyle bir şeyden bahsetmiyor. Rutherford altın plaka deneyi ile bahsediyor olabilir mi? Mmm bahsetmiyor sanırım. Bohr olabilir diye düşünüyorum. Tam bilmediğim için bu fikrin dayanağı hakkında bir şey söyleyemiyorum ama muhtemelen teoriktir diye düşünüyorum. Deneyssel olsa deneyini öğrenmiş olurduk diye düşünüyorum. Teorik deliller diyorum.

ÖA3: Atomun bölünebileceği fikri sanırım ilk Bohr tarafından atılıyor. Aslında şöyle düşünüyorum elektronun bulunmasıyla atom dediğimiz şeyin başka parçacıklarda içerdiğini görmüş olduk. Bu yüzden Thomson parçalanamayan tanecik olarak ifade edilen atom fikrini yıkmıştır. Açıkçası deneyssel olarak mı, teorik olarak mı ifade edildi bilmiyorum ama teorik olabileceğini düşünüyorum.

Tablo 14

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atomun Bölünemez Fikri Kim Tarafından Yıkıldığına Dair Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	4	-
Bohr - Teorik delillerle	2	-
Einstein	3	2
Thomson - Teorik delillerle	4	-
Thomson - Deneyssel delillerle	2	1
Moseley - Deneyssel delillerle	1	-
Dalton	1	-
Chadwick	1	-
Rutherford	1	-
Faraday'ın yaptığı elektroliz deneyi ile	-	1
Bohr tarafından, deneyssel veriler ile yıkıldı	-	1

Tablo 14'e göre üç öğretmen adayı ve iki öğretmen Einstein tarafından yıkıldı şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Einstein sanırım atomu parçaladı sanıyorum. İlk başta bir fikir olarak atomun parçalanabileceği düşünülmüş sonrada deneylerle ispatlanmıştır diye düşünüyorum.

Ö4: Yanlış anlamadıysam soruyu Albert Einstein atomu parçalamıştır. Bende maddenin bölünemeyen en küçük yapı taşına atom denir şeklinde öğrendim. Bu şekilde öğretiliyordu.

Fakat Albert Einstein döneminde atom bombası yapılırken fizyon olaylarında atom parçalanıyor, quarklar, nötrinolar, leptonlar gibi atom altı parçacıkları gözleniyor.

Ö5: Daha çok deneysel çalışmalara dayanıyor. Atomun bölünemez olduğu fikri Albert Einstein tarafından yapılan çalışmalarla yıkılmıştır.

Dört öğretmen adayı Thomson - teorik delillerle yıkmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA13: Thomson teorik deliller ile çürüttü diye düşünüyorum. Nasıl çürütüldüğünü bilmiyorum ama atomu bölmemiz lazım ki elektronları protonları gözlemleyebilelim diye düşünmüştür. Şimdi biraz düşününce Dalton için söylediğim nötronları biliyorduk fikri yanlış geldi. Thomson nötronları buluyordu ve nötronların keşfi ile atomun daha küçük parçalardan oluştuğu fikri ortaya çıkmış olabilir. Çekirdeğin bir kütesinin olduğunu ve bu kütle protonun kütesinin karşılamadığını görmüştür. Çekirdekte protonlardan ayrı kütlesi olan başka bir tanecik olması gerektiği fikri ile nötronu bulmuş olabilir. Emin değilim.

İki öğretmen adayı ve bir öğretmen Thomson - deneysel delillerle yıkmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Thomson tarafından yıkılmıştı yanlış hatırlamıyorsam. Atom içinde negatif yüklü parçacıkların olduğunu buldu ve bu fikirle yıkılmış oldu. Deneylere dayandırarak bu fikri buldu. Yanlış hatırlamıyorsam katot ışınları deneyi ile buldu.

Ö2: Aslında birçok fizikçi bu alanda çalışmalar yapıyor, yüklü taneciklerden bahsediyor. Mesela Benjamin Franklin elektrikli tanecikleri gözlemlemek için yağmurlu havada uçurtma uçuruyor veya kehribar taşı ile ilgili çalışmalar yapıyor çok eskilerden bununla alakalı çalışmalar olmuş. Sonrasında da Thomson elektronları ifade ediyor ve atomlar doğada elektriksel taneciklere sahiptir deniyor. Hatta Plücker bu elektronu ilk ifade ediyor diye hatırlıyorum. Faraday'ında bir deneyi vardı yanlışlıyorsam fakat bunlar atomla alakalı bir bilgi vermiyorlardı. Thomson ise bu bilim adamlarından edindiği bilgileri harmanlayarak yaptığı deneyler ile atomlarda elektronların varlığını gözlemliyor ve doğada eksi yüklü tanecikler varsa buna karşılık gelen artı yüklü tanecikler vardır, bundan dolayı bir denge olması gerekir yani artı eksi bir yük dengesinden bahsediyor ve bu dengeyi de Thomson üzüm keki modeli ile ortaya atıyor. Artı yükler kekin kendisi yani hamur kısmı eksi yükler de üzümler şeklinde ifade etmiştir.

Bir öğretmen adayı Moseley - deneysel delillerle yıkmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA5: Einstein var bazı fizikçiler var, ama net bilmiyorum. Bu fikrin felsefik bir boyutta olduğunu düşünmüyorum mutlaka bir deneysel işlemi vardır. Atomun parçalanabileceği fikrini ilk Moseley buldu diyebilirim, çünkü protonu keşfetti.

Bir öğretmen adayı Dalton tarafından yıkılmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA7: Dalton daha küçük parçalara ayrılabilceğini göstermişti.

Bir öğretmen adayı Chadwick tarafından yıkılmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA9: Bunu bilmiyorum, atom bombasını icat edenler söylemiştir belki. (Soruyu daha farklı ifade edince) Atom içinde nötron olduğunu Chadwick bulmuş, bununla da atomun daha küçük parçalara ayrılabilceği bulunmuş olabilir.

Bir öğretmen adayı Rutherford yıkılmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA16: Rutherford söylemiştir. Atomun içinin boş olmadığını söylemiştir. İçinde artı eksi yüklerin olduğunu söylemiştir. Bundan dolayı atomun daha küçük parçalara bölünebileceği bulunmuştur.

Bir öğretmen Faraday'ın yapmış olduğu elektroliz deneyi ile yıkılmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

Ö1: Bana sorarsan Rutherford atom modeli bu atom modelleri içinde dönüm noktasıdır. Rutherford'dan önce atomda boşluk olmadığı, tamamen dolu olduğu biliniyordu. Rutherford alfa saçılması deneyi ile olayı biraz daha yukarı çekmiştir. Atomda boşluk olduğunu ifade etmiş, merkezde çekirdek olduğunu söylemiş bu yüzden tamamen farklı bir bakış açısı oluşmasına sebep olmuştur. Bölünebilme de Modern Atom teorisi ile ortaya atılmıştır. Daha doğrusu Atomun bölünebilirliğinin ispatlanması açısından diyorsan bu elektriklenme olayı ve elektroliz deneyi ile ortaya atılmış yani Faraday'ın yaptığı elektroliz deneyi ile ortaya atılmıştır diyebilirim. Daha öncesinde atomlar arasında elektron alışverişinin olduğu bilinmiyordu bu deneye bu anlaşılınca atomunda parçalanabilir olduğunu ifade etmiştir.

Bir öğretmen Bohr tarafından yıkılmıştır, deneysel verilere dayalıdır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

Ö3: Atomun bölünebileceği fikri Bohr atom teorisi ile ortaya atılmıştır diye söyleyebilirim ama bu sadece benim yorumum net bir bilgin yok bu konuyla alakalı. Çünkü Rutherford çekirdeği buluyor Bohr yörüngeleri ifade ediyor. Bu yüzden bölünebilme fikri bence bu aşamalardan sonra ya da modern atom modelinden önce ifade edilmiştir. Bölünebilme deyince ben atom bombası gibi bir parçalanma anlamıyorum, protonun elektronun ayrı ayrı ifade edilebilmesi şeklinde anlıyorum.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Atomun elektriksel yüklü parçacıklardan oluştuğu fikri nasıl ortaya çıkmıştır?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen

adaylarının on beşinin bu soruya "Bilmiyorum" şeklinde cevap verdiği gözlenmiştir. İki katılımcı "Crookes tüpü deneyinde elektromanyetik sapmalarda ortaya çıkmıştır" derken, bir katılımcı "katot tüpü deneyi ile" cevabını vermiştir. Bir öğretmen adayı ise "Milikan'ın yağ damlası deneyi ile" cevabını vermiş olmasına rağmen emin olamayıp cevabını değiştirmiştir. Mülakatlardan elde edilen bulgular tablo 15 de verilmiştir.

Tablo 15

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atomun Elektriksel Yüklü Parçacıklardan Oluştığı Görüşünün Nasıl Ortaya Çıktığı ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	15	-
Milikan'ın yağ damlası deneyi ile.	1	-
Katot tüpü deneyi ile	3	3
Birçok bilim adamının çalışması ile	-	1
Faraday'ın elektroliz deneyi ile ortaya çıkmıştır	-	1

15 öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Biri levhaya X ışını göndermişti sanırım ama kim yapmıştı hatırlamıyorum. Böylece elektronların varlığından bahsetmişti. Sanırım Bohr yaptı. Deneyin tam olarak nasıl yapıldığı hakkında bir fikrim yok.

Bir öğretmen adayı Milikan'ın yağ damlası deneyi ile şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA9: Atomun elektriksel yüklü olduğunu Milikan yağ damlası deneyinde elektronun yükünü buluyordu. Ama bu soruya Rutherford demek istiyorum çünkü Milikan sadece elektronun yükünü buluyor elektronu bulmuyor. Elektriksel parçacıklardan oluştuğu fikrini Rutherford ortaya atmıştır.

Üç öğretmen adayı ve üç öğretmen katot tüpü deneyi ile şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Bunun için Crookes tüpü deneyinden istifade etmiştir. Bir ucundan ışın göndermişti ve bu ışıdan elektro manyetik sapmalar olduğunu gözlemlemişti sapmalar varsa ışınlar elektrik yüklü parçacıklardan oluşmuştur demiş.

ÖA6: Katot tüpü deneyi ile ortaya çıktı zannediyorum.

Ö1: Yapılan diğer deneylerle beraber Thomson'da katot ışınları deneyinden yola çıkarak atomun artı ve eksi yüklerden oluştuğunu söylüyor. Yani elektriksel yüklerin varlığından bahsediyor.

Bir öğretmen birçok bilim adamının çalışması ile şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

Ö2: Aslında bu fikir için birçok bilim insanının çalışması var, Benjamin Franklin gibi Amerikalı bilim adamı da, Avrupalı bilim adamları da araştırmalar yapmıştır. Bu araştırmaların sonucunda da genel olarak "maddelerin içinde doğal olarak elektriksel yüklü tanecikler olduğu" bilgisi ortaya çıkmıştır.

Bir öğretmen Faraday'ın elektroliz deneyi ile ortaya çıkmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

Ö4: Faraday'ın elektroliz deneyi ile ortaya atılmıştır. Elbiselerimizi çıkarırken çatırdamalar, ebonit çubuğun kâğıtları çekmesi gözlemlenerek ortaya atılmıştır.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Katot ışını nedir? Katot ışınları hangi özelliklere sahiptir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının sekizinin cevap veremediği, dördünün "pozitif yüklü ışın", dördünün ise "negatif yüklü ışın" şeklinde cevap verdiği gözlemlenmiştir. Elde edilen mülakat bulguları tablo 16 da verilmiştir.

Tablo 16

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Katot Işını ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	8	1
Pozitif yüklü ışın	4	-
Negatif yüklü ışın	4	4
Deneye göre seçilen özel ışınlardır	1	-
Altın levhaya gönderilen ışın (alfa saçılma deneyi)	2	-

Sekiz öğretmen adayı ve bir öğretmen konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Katot ışını ne olduğunu bilmiyorum. Daha önce duymadım. Elektronların yaptığı ışıma olabilir mi?

ÖA16: Analitik kimya ve fizikokimya dersinde görmüştük diye hatırlıyorum ama net bilmiyorum. Katot deyince aklıma artı yük geliyor ama başka bişey gelmiyor.

Ö3: Katot ışınıyla alakalı net bir bilğim yok. Söyleyeceğim her şey sadece uydurmam olabilir.

Dört öğretmen adayı pozitif yüklü ışımdır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA12: Işın veriyordu incelediği yapıya sanıyorum demir plakaydı, katot ışını gönderince elektron kopuyordu. Burada elektronu keşfediyordu sanıyorum. Katot ışının özelliği pozitif yüklü olması. Elektronun koptuğunu yansıma yapıyordu buradan anlıyordu.

Dört öğretmen adayı ve dört öğretmen negatif yüklü ışınlardır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Eksi yüklü ışınlardır. Tüpü gazla dolduruyordu, daha sonra buna bir ışın gönderiyordu, ışınlardan eksiden artıya doğru hareket ettiğini görüyordu, bunu ışını verdikten sonra içindeki gazın yeşile dönmesi ile anlıyordu. Bunun eksi kaynaklı mı artı kaynaklı mı olduğunu Tüp ortasına küçük metal delikli bir plaka koyuyordu ve bu şekilde eksi kaynaklı olduğunu anlıyor. (Katot ışınlardır özelliği) içinde bulunan gazın hiçbir önemi yoktur diye hatırlıyorum ve yüke bağlı değildir diye hatırlıyorum.

ÖA6: Manyetik alan içine X ışını gönderiliyor, manyetik alanda ışın sapma gösteriyor, buradan da ışınlardan da artı veya eksi bir yük olduğuna ulaşmışlar. X ışını, yüksüz bir ortamda doğrultusunu ve özelliğini değiştirmeyen, kimyasal tabirle saf bir ışın diyebileceğim özelliklere sahip bir ışın. Nasıl yüklü bir ışın olduğunu aslında bilmiyorum ama elektronun olduğunu düşündüğüne göre negatif yüklü bir ışın derdim.

Ö1: Crookes'un yaptığı bir deneydir. İçi boşaltılmış bir tüp yapıyor ve bu tüpe bir elektriksel üreteç bağlıyor, ortaya bir cisim koyuyor, tüpün bir tarafında floresanlı bir yüzey var, eksi yükler varsa bu floresanlı yüzeyde o cismin gölgesi oluşuyor bunu görünce demekki cisimde artı yükler var ki eksi yükleri tuttu arka tarafa geçirmedi bu yüzden de cismin gölgesi oluştu diyor. Buradan da eksi yükün varlığını kanıtıyor. Katot ışınlardır eksi yüklü ışınlardır zaten adını da oradan alıyor eksi kutuptan çıkmasından dolayı, manyetik alanda artı kutba doğru saparlar, içerideki gazın cinsine bağlı değildir, kütleleri yok denecek kadar azdır eksi yüklerden oluştuğu ve elektronun kütlesi çok küçük olduğu için.

Ö2: Yıllardır hiç ilgim olmamıştı katot ışınlardır ile. Geçen yıl bir öğrencinin sorusu üzerine bakma ihtiyacı duydum. Nasıldı tam olarak hatırlayabilecek miyim bilmiyorum. İçi boşaltılmış bir tüp vardı, bir ucundan eksi yüklü bir tanecik yollanıyordu, tüpün bir ucunda anot diğer ucunda katot bulunuyordu ve yollanan taneciklerin bir şekilde katot olan tarafa yönlendiği gözleniyordu. Katoda doğru hareket eden bu eksi yüklü taneciklere de katot ışınlardır deniyordu şeklinde hatırlıyorum ama hiç emin değilim. Katot ışınlardır eksi yüklü ışınlardır, başka bir özelliği var mıydı bilemiyorum.

Ö4: Havası boşaltılmış bir tüpün içine koyacağımız bir gaz (gazın cinsinin türünün hiçbir önemi yok) içinde koparılan bir elektronun elektriksel alanda sapması incelenmiştir. Burada gözlemlenen kopan elektronların artı bölgeye doğru hareket etmesidir. Artı bölgeye hareket

edecek olan parçacığın eksi olduğunu düşünmüşlerdir. Bu arada Faraday eksi taneciğe katot diyordu, o zamanlar elektron ismi kullanılmadığı için Faraday'ın eksiye verdiği adı kullanarak bunlara Katot ışınları diyorlar. Doğrusal hareket eden, harmonik hareket yapamayan, hızlı hareket eden, elektriksel ve manyetik alandan etkilenen ışınlardır. Bu arada aklıma geldi çocukluğumda evlerimizde kullandığımız tüplü televizyonlar vardı bu televizyonlar da bu mantıkla üretilmişlerdir.

Bir öğretmen adayı deneye göre seçilen özel ışınlardır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA7: Vakumlu bir tüp, bir metale ışın gönderiliyor, kenarlarda manyetik alan var, karıştırıyor da olabilirim ama eksi yüklü ışınları gönderilen ışınlar. Bu ışınlar deneyine göre seçilen özel ışınlardır. Mesela altın deneyinde artı yüklü ışın gönderildi başka deneylerde eksi yüklü ışınlar gönderildi.

İki öğretmen adayı altın levhaya gönderilen ışın (alfa saçılma deneyi) şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA17: Katot ışını diye bir şey duydum. Yanlış hatırlamıyorsam bir plaka üzerine ışın gönderiyorduk ve bunlar plakayı delip geçiyordu. Bu ışınlar elektron muydu net bilmiyorum. Böyle bir şey hatırlıyorum ama bu kadar. Işın sıradan bir ışın değildir ama hangi özelliklere sahiptir diye sorarsanız hiç bilgim yok maalesef.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Thomson atom modelini neye dayanarak nasıl önermişti?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının on üçünün soruya cevap veremediği, üçünün "Dalton atom modeline dayandırılmıştır" dediği, ikisinin "elektronu buluşuna" cevabını verdiği ve bir katılımcının da "katot ışını deneyine dayandığı" cevabını verdiği gözlenmiştir. Elde edilen bulgular tablo 17 de verilmiştir.

Tablo 17

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson'un Atom Modelini Neye Dayanarak Önerdiği ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	13	1
Dalton atom modeline dayandırılmıştır	3	1
Katot ışını deneyine	3	2
Crookes, Milikan ve De Broglie'nin yaptığı çalışmalara dayanarak önermiştir	-	1

13 öğretmen adayı ve bir öğretmen konuyu bilmediklerini ifade etmişlerdir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Üzümlü keke biz benzetiyoruz sanırım. Aslında bir şeyler var ama net değil. Neye dayanarak önerdiğini bilmiyorum.

Ö1: Neye dayandırarak önermiştir inan bilmiyorum ne desem yalan olacak.

Üç öğretmen adayı ve bir öğretmen Dalton atom modeline dayandırmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Dalton'un verdiği atom modeli üstüne Crookes tüpü deneyini yaparken ışınlarda sapmaların olduğunu gözlemliyor ve bunu şu şekilde açıklıyor, sapma varsa ışınlarda yüklü tanecikler var her maddede yüklü tanecik varsa haliyle atomda da yüklü tanecik olacak diye düşünüyor. Atom içinde elektronu olduğunu ve bunu dengeleyecek kadar protonların olduğunu söylüyor.

Ö3: Dalton atom modelini baz almıştır. Thomson yük/kütle oranını bulduğu için burada elektronun varlığından bahsetmiş ve artı yüklü gövde demişti başında bu gövde içine eksileri yerleştiremeyeceğinden ne yapmış olabilir, eksi yükleri artı yüklü gövdenin üzerinde (yüzeyinde) göstermiş olabilir.

Üç öğretmen adayı ve iki öğretmen katot ışını deneyine dayandırmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA12: Katot ışını deneyi sonucunda atomun yapısında farklı küçük taneciklerin olduğunu keşfetti. Elektronu buldu ve atomun nötr olduğunu da bildiği için atomun komple pozitif yükten oluştuğunu söylüyor ve bunu dengeleyecek (nötr yapacak) kadar elektronda atom içinde dolaşiyor diyor.

Ö2: Yapılan deneyler vardı, sanırım Plucker in yaptığı katot ışını deneyini tekrarlayarak yorumluyordu. Eksi yüklerin ve artı yüklerin olduğunu ifade edip üzümli kek şeklinde bir model öneriyor.

Bir öğretmen Crookes, Milikan ve De Broglie'nin yaptığı çalışmalara dayanarak önermiştir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

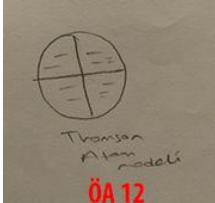
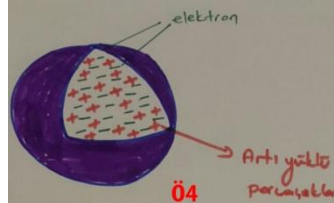
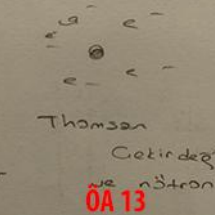
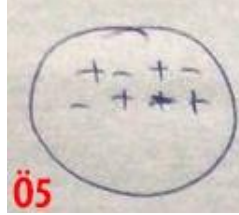
Ö4: Crookes tüpü ile yapılan çalışmalardan, Milikan ve De Broglie nin yapmış olduğu çalışmalardan etkilenmiş ve bu modeli önermiştir.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Thomson atom modelini zihninizde canlandığı şekliyle çizebilir misiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelenmiş, elde edilen bulgular iki kategori altında toplanıp tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18 incelendiğinde altı öğretmen adayının ve dört öğretmenin bilimsel modele uygun olarak Thomson atom modelini çizdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının 10'u ve öğretmenlerin biri bilimsel model ile uyumlu olmayan çizimler yapmıştır. Öğretmen adaylarının üçü (ÖA11, ÖA16, ÖA17) çizim yapamamıştır.

Tablo 18

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Zihinlerindeki Thomson Atom Modeli Çizimleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı Çizimleri	(f)	Öğretmen Çizimleri	(f)
Bilimsel modele uygun çizimler		6		4
Bilimsel olmayan çizimler		10		1
Bilmiyorum		3		-

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Thomson atom modeli ile Dalton atom modeli arasında benzerlikler ve farklılıklar var mıdır? Varsa nelerdir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının sekizinin "farklılığı Thomson, proton ve elektronlardan bahsediyor" cevabını verdiği, üçünün "farklılığı Thomson elektronlardan bahsediyor" cevabını verdiği, üçünün "farklılığı Thomson atomun parçalanabilir olduğundan bahsetmesi" cevabını verdiği gözlenirken dört katılımcı bu sorunun cevabını bilmediğini ifade etmiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 19 da verilmiştir.

Tablo 19

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modeli ile Dalton Atom Modeli Arasındaki Farklılıklar ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	4	-
Dalton'dan farklı olarak Thomson proton ve elektronlardan bahsediyor	12	5
Dalton'dan farklı olarak Thomson atomun parçalanabilir olduğunu ifade etti	3	-

Dört öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir.

12 öğretmen adayı ve beş öğretmen Dalton'dan farklı olarak Thomson proton ve elektronlardan bahsediyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA5: Dalton içi dolu küre demişti Thomson için neyle dolu olduğunu söylüyor farklılığı bu ve bu farklılığın sebebinden bahsediyor artı ve eksi yüklerden bahsediyor, geri kalan her şey benzer.

ÖA10: Farklılıkları; Dalton yüklerden bahsetmedi Thomson bunları buldu, Dalton atomun içinin dolu olduğunu söyledi ama çekirdeği ve içindekileri bulamadı. Benzerlikleri atomun içinin dolu olmasından bahsetmeleri, küre şeklinde olduğundan bahsetmeleri ve parçalanamayacağı düşüncesi ikisinde de ortak.

ÖA15: İkisinin de küre oluşu benzer yönleri, farklı yönleri Dalton içinin dolu olduğunu bahsediyor ama ne ile dolu olduğundan bahsetmiyor. Thomson ise proton ve elektronlar ile dolu olduğunu söylüyor.

Ö1: Benzerlikleri ikisi de atomun tamamen dolu olduğundan bahsediyor yani boşluk olmadığından bahsediyorlar. Farklılıkları ise Thomson eksi yüklerin varlığından bahsediyor ve atomun nötr olduğunu ilk defa Thomson söylüyor.

Ö3: İkisinin de içinin dolu olarak ifade etmesi benzerlikleri, farklılıkları ise Thomson atom modelinde negatif yüklü taneciklerin pozitif gövde yüzeyinde bulunuyor olarak göstermesi. Dalton modelinde pozitif negatif diye bir kavram yok sadece içi dolu diyor ama ne ile dolu söyleyemiyor. Thomson ise pozitif ve negatif kavramlarından bahsediyor.

Ö4: Benzerlik olarak ikisinin de bilimsel bir çalışma olduğunu söyleyebilirim. İkisinin de maddenin özelliğini gösteren parçacığa atom demeleri benzerdir. Farklılıkları ise biraz daha fazla, mesela Thomson atom modelinde elektronların davranışlarını incelemiştir, Crookes tüpündeki sapma açılarından e/m oranından bahsediyor, artı ve eksi yüklerin bir atom içinde var olduğundan bahsediyor. Dalton ise bunların hiçbirinden bahsetmiyor.

Üç öğretmen adayı Dalton'dan farklı olarak Thomson atomun parçalanabilir olduğunu ifade etti şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Bir farklılık olmasa zaten yeni bir teori ile ortaya çıkmazdı. Farklılığı bölünemez fikri yıkıldı sebebi de içinde farklı parçacıklarında olduğu, atomun en küçük parçacık olmadığı onun içinde farklı parçacıklarında olduğu bilgisine ulaşıldı. En temel fark buydu. Benzer kısmı ikisi de maddenin yapı taşı olarak atomu ileri sürer yani evrendeki bütün maddeler atomlardan oluşur fikri ikisinde de sabit.

ÖA13: Çekirdekte proton kavramı ikisinde de var, elektron yine her ikisinde de var. Farklı yanları ise Dalton atomun parçalanamaz olduğunu söylemişti, Thomson atomun parçalanabilir olduğunu ifade ediyor.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Elektronun yükü ve kütlesi nasıl bulunmuş olabilir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının on üçünün soruyu "biliyorum" şeklinde yanıtladıkları gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının dördü "Milikan'ın yağ damlası deneyi ile" cevabını verirken, birinin "Anot ışınları vasıtasıyla buluyor" cevabını verdiği gözleniyor. Mülakatlardan elde edilen bulgular Tablo 20 de verilmiştir.

Tablo 20 incelendiğinde 13 öğretmen adayı ve bir öğretmenin konuyu bilmediklerini ifade ettikleri görülmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Elektronun yükü ve kütlesini bir deneyle buldular ama hangi deney bir fikrim yok.

Ö3: Kütle o dönemde ölçülen bir şeydi biliniyordu fakat yükü nasıl bulundu onu bilemiyorum bir şey diyemeyeceğim.

Tablo 20

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Elektronun Yükü ve Kütlesinin Nasıl Bulunduğu ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	13	1
Crookes, Anot ışınları vasıtasıyla buluyor	1	1
Yük ve kütlenin değeri bilinmese de Crookes tüpündeki sapmadan E/m oranı bulunuyor	1	-
Milikan'ın yağ damlası deneyi ile	4	3

Tablo 20'de görüldüğü gibi bir öğretmen adayı ve bir öğretmen elektronun yükü ve kütlesinin nasıl bulunduğunu "Crookes, Anot ışınları vasıtasıyla buluyor" şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Elektronun yükü kütlesi var. Bunu Crookes elektronun e/m oranını belirliyordu. Önce elektronun yükünü buluyor sonra kütlesini emin olmamakla beraber anot ışınları yardımıyla buluyordu diye düşünüyorum. Crookes yükünü anot ışınları yardımıyla bulduktan sonra e/m oranını hesaplıyorlar. Bir şeyler var ama parça parça...

Ö1: Thomson tarafından bulunuyor. Crookes'un yaptığı katot ışınları deneyini elektriksel alana uyguluyor, manyetik alana uyguluyor ve sonra ikisini birlikte uyguluyor sonra ışınların sapmalarına bakıyor. Bu sapmaların da yük ile doğru kütle ile ters orantılı olduğunu söylüyor. Buradan yola çıkarak elektronun yük / kütle oranını buluyor.

Bir öğretmen adayı yük ve kütlenin değeri bilinmese de Crookes tüpündeki sapmadan E/m oranı bulunuyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Thomson elektronun yükünden bahsediyor. Böyle bir parçacık varsa bunun kütlesi de vardır diyor. Bunların değerlerini bilemiyor fakat bunların oranlarını Crookes tüpündeki sapma açısından buluyor diye biliyorum.

Dört öğretmen adayı ve üç öğretmen Milikan'ın yağ damlası deneyi ile bulunmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Yağ damlası deneyi ile bulunmuştu sanıyorum. Çok ayrıntısını bilmiyorum ama elektronun yükünü bulmuşlardı oradan da kütlesini bulmuşlardı ya da tam tersiydi. Bu konuyla alakalı net bir bilgim yok.

ÖA9: Elektronun kütlesi Milikanın yağ damlacığı deneyinde bulunuyor. Bu deneyin amacı elektron hakkında bilgi edinebilmektir. Elektronu Rutherford keşfetti diyorum ama Thomsonun atom modelinde elektronu gösteriyorum sanırım kendimle çelişiyorum. Belki Thomson elektron demiyor olabilir başka bir şekilde ifade ediyor ya da yüklü parçacıklar diyor olabilir. Bilemedim.

Ö2: Yanlış hatırlıyorsam Faraday ve Milikan'ın yaptığı deneyler ile bulunuyor. Milikanın yaptığı deneyde yağ damlalarına eksi yükler gönderiyor ve bunu bu yüklü tanecikleri çekecek bir düzenek kuruyor. Bu düzenekte kütlesi bilinen damlacık için yorum yapıyor, eğer bu kadar kütleli tanecik bu kadar yüklü ise diye buradan bir yük/kütle oranı buluyor. Yoksa böyle değil miydi karıştırdım şimdi.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Thomson, elektronun ne yükü nede kütlesi belirli değilken e/m oranını nasıl buldu? Bu oranının belirlenmesinde hangi düşüncelerden yararlandı?" sorularına alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının üçünün "Milikan'ın yağ damlası deneyi ile buluyor" cevabını verdiği ve on üçünün ise bu soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Mülakatlardan elde edilen bulgular tablo 21 de verilmiştir.

Tablo 21 incelendiğinde 13 öğretmen adayı ve iki öğretmen konuyu bilmediklerini ifade ettiği görülmüştür. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA15: Bu oranı hiç hatırlamıyorum. Normalde formülleri hatırlarım ama bunu hiç hatırlayamadım. Bu yüzden de nasıl bulunduğu hakkında da bir bilgim yok.

Ö2: Bu soruyla alakalı çok bilgim yok ama yorumlayacak olursam, bu oranın belirlenmesinde maddenin bir kütlesinin olduğu gerçeği ve yapılan deneyden bulunan taneciklerin yüklerinin olması bilgisinden yararlanılmış olabilir.

Tablo 21

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson'un e/m Oranını Hangi Düşüncelerden Yararlanarak, Nasıl Bulduğu ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	13	2
e/m oranını Thomson bulmadı Crookes buldu. Anot ışınları yardımıyla buldu.	1	-
Crookes tüpündeki ışının sapma açısından buldu	1	2
Milikan'ın yağ damlası deneyi ile buluyor	3	1
Toplam kütleden protonun kütlesini çıkararak yüke oranlıyor.	1	-

Tablo 21'de görüldüğü gibi bir öğretmen adayı e/m oranını Thomson bulmadı Crookes, anot ışınları yardımıyla buldu şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA1: e/m oranını Thomson bulmadı Crookes buldu. Anot ışınları yardımıyla buldu. Yüklü levhalar koyuyordu. Sonra anot ışınları eksi kaynaklı olduğu için eksi levha tarafından itildiğini gözlemledi. Bunu ne yaparsam sapmadan direkt geçer diye düşünüyordu bu deneyle e/m oranını buldu.

Bir öğretmen adayı ve iki öğretmen Crookes tüpündeki ışının sapma açısından buldu şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Thomson elektronun yükünden bahsediyor. Crookes tüpü ile yaptığı deney ile yükünden bahsediyor. Bu yüklü taneciğin bir kütlesinin de olması gerektiğini düşünüyor. Bunların değerlerini bilmiyor fakat birbirlerine oranını yani e/m oranını Crookes tüpündeki ışının sapma açısı vasıtası ile buluyor.

Ö1: Thomson Crookes'un yaptığı katot ışınları deneyini elektriksel alana uyguluyor, manyetik alana uyguluyor ve sonra ikisini birlikte uyguluyor sonra ışınların sapmalarına bakıyor. Bu sapmaların da yük ile doğru kütle ile ters orantılı olduğunu söylüyor. Buradan yola çıkarak elektronun yük / kütle oranını buluyor.

Üç öğretmen adayı ve bir öğretmen Milikan'ın yağ damlası deneyi ile buluyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA7: Milikan'ın yağ deneyi ile buluyor. Kütlesini biliyordu, buradan da yükünü buluyor ve e/m oranını belirliyor. Elektronun kütlesini bulmuşlardı protonunda bir yükü olduğu biliniyordu. Bununda yükünü belirlemek istemiştir.

Ö4: Her bir gazın elektriksel ortamda yapmış olduğu sapma açısı farklı bunlara kontrol edince bir oranlama yapıyor ve e/m oranını buluyor. Milikan deneyinde zaten birkaç veri elde ediyor. Gözlemlerle de destekleyince e/m oranını bulmuş oluyor.

Bir öğretmen adayı toplam kütlede protonun kütlesini çıkararak yüke oranlıyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA12: Atomun belli bir ağırlığı olduğunu biliyor, protonun ağırlığını çıkarınca bir kütle buluyor. Protonun yükünü toplam kütleyle oranlıyor birde elektronun yükünü toplam kütleyle oranlıyor. Elektronun yükü bilinmiyordu değil mi? O zaman protonun yükünü biliyor oradan bunu nötrleyecek elektron olacağı fikrinden elektronun yükünü de böyle ifade etmiştir onu da kütleyle oranlamıştır. Çok karışık ve saçma oldu biliyorum.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Milikan'ın yaptığı deneyin amacı nedir? Bu deneyin dayandığı temel ilkeler nelerdir? Bu deney ile hangi sonuçlara ulaşılmıştır?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının dördünün "elektronun yükünü bulmak" cevabını verdiği, üçünün "elektronun kütlesini bulmak" cevabını verdiği görülmüş, on birinin ise soruya "bilmiyorum" şeklinde cevap verdikleri gözlenmiştir. Elde edilen mülakat bulguları tablo 22 de verilmiştir.

Tablo 22

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Milikan'ın Yaptığı Deney ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	11	1
Elektronun yükünü bulmak	4	4
Elektronun kütlesini buluyor	3	-
Atomun hareketi ile ilgili bir sonuç çıkarmış olabilir	1	-

11 öğretmen adayı ve bir öğretmen konuyu bilmediklerini ifade etmişlerdir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Milikanın yaptığı deneyi duymuştum sanırım levhadan X ışını geçirilen deney Milikana ait elektronun varlığından bahsedilen deney buydu. (yağ damlacığı deneyi diye sorduğumda) ha evet ama gözümde canlandıramıyorum lisedeki fizik dersinde görmüştük kimya dersinden bile hatırlamıyorum. Milikanın deneyinde şu anda hatırlamıyorum aslında bir baksam anlatabileceğim bir şey ama şu anda fikrim yok.

Ö3: Milikan yağ damlası deneyi yapmıştı ama ne deney hakkında nede düzenek ile alakalı bir bilgi şu anda yok. Sene başında kısaca anlatıp geçtiğimiz bir konu idi.

Dört öğretmen adayı ve dört öğretmen elektronun yükünü bulmak amacıyla yapılmış deneydir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Milikan yağ damlacığı deneyini yaptı. (Kendini düzeltme) Milikan bu deneyle yükü buldu daha sonra Crookes m (kütle) buldu. Ve e/m oranını hesapladılar. Deneyin dayandığı temel ilkeler... ummm ince bir delik ten yağ damlaları püskürtüyorlar delikten yağ tanecikleri düşüyordu milikan bu tanecikleri düşürmemek (asılı halde tutmak) için ne yaparım diye çalışırken e/m oranını buldu diye düşünüyorum... Deney sonucunda yükü bulmuştur, başka bir şeye ulaşmış mıdır bilmiyorum.

ÖA3: Milikan yağ damlası deneyi yapıyor. Püskürtülen yağ damlalarına X ışını gönderiyor ve damlaları eksi yükü yüklüyor. Bu yüklü yağ damlaları aşağı doğru düşmesi gerekirken elektriksel alanda bazıları asılı kalıyor bazıların düşmesi yavaşlıyor. Bu yüklü damlaların düşme hızı ile yüklenmemiş parçaların düşme hızının arasındaki farktan yararlanarak elektronun yükünü buluyor. Yükü bulduktan sonra Thomson'un bulduğu e/m oranından elektronun kütleini buluyor.

Ö1: İki levha arasına yağ damlacıkları gönderiyor yağ damlacıklarına ortamdaki x ışınları havadaki gaz moleküllerinden elektronları kopartıp yağ damlacıklarına aktarımını sağlıyor bu şekilde yağ damlacıklarını eksi yüklüyor, düzenekte bulunan levhaların üstte bulunması artı yükü, alt tarafta bulunan levha ise eksi yükü yüklüyor. İki levha arasında manyetik bir alan oluşuyor, bu elektriksel alana gönderilen yağ damlacıklarının her birinin hareketini gözlemliyor ve yukarı çıkış hızlarına göre elektronların yüklerini hesaplıyor. Deney sonucunda elektronun yükünü buluyor, sonra Thomsonun bulduğu yük/ kütle oranında, bulduğu yük değerini yerine koyup elektronun kütleini hesaplıyor.

Ö5: Yaptığı deneyin amacı elektronun yükünü ve kütleini bulmaktır. Levhalar arasında gönderdiği X ışınları ile elektronların birbirlerinden ayrılma derecesini ölçmüş ve böylece elektronun yükünü ve kütleini yaptığı çalışmalardan bulmuştur.

Üç öğretmen adayı elektronun kütleini buluyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Elektronun kütleini bulmak için yapılmıştır sanıyorum. Hazırlanan düzenekte çok küçük bir noktadan yağ püskürtülüyor tane tane akması sağlanıyor. Işın göndererek yağ taneciklerini eksi yükü yüklüyor. Eksi yüklü tanecik normalde aşağı doğru düşmesi gerekirken alttan anottan onu itebilecek kadar bir kuvvet uyguluyor, burada ne kadar bir kuvvetin o taneciği havada asılı tutabileceğini buluyor, sonuçta yerçekimini yenecek kadar bir kuvvet olacak. Bu damlayı havada asılı tutacak kuvvetten kütle buluyordu. Bu deneyi ilk önce atomda elektron

olduğu bilgisine dayanarak yapıyor. Deney sonucunda elektronun kütesine ulaşıyor ve protondan çok daha küçük olduğunu bulmuş oluyor.

Bir öğretmen adayı atomun hareketi ile ilgili bir sonuç çıkarmış olabilir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA19: Yağ damlası deneyi evet. Yağ püskürtüyordu ve yağın düşme hızını buluyordu sanırım. Temel ilkeleri falan hatırlamıyorum ama belki buradan atomun hareketi ile ilgili bir sonuç çıkarmış olabilir veya elektronların emin değilim.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Kanal ışını nedir? Kanal ışınları hangi özelliklere sahiptir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının on altısının sorunun yanıtını bilmediklerini ve daha önce duymadıklarını ifade ettikleri gözlenmiştir. Öğretmen adaylarından ikisi "artı yüklü ışınlar" derken bir tanesi "eksi yüklü ışınlar" cevabını vermiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 23 de verilmiştir.

Tablo 23

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Kanal Işınları ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	16	2
Eksi yüklü ışınlar	1	-
Artı yüklü ışınlar	2	3

16 öğretmen adayı ve iki öğretmen konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Kanal ışınlarını ilk kez duyuyorum diyebilirim.

ÖA4: Kanal ışını hakkında pek bir bilğim yok. Dolayısı ile ışının özelliği ile alakalı da bilğim yok.

ÖA10: Hiç duymadım. Katot ışınlarını duydum ama kanal ışınlarını bilmiyorum.

ÖA15: Kanal ışınını hiç duymadım. Sanırım bu ışını kimse anlatmıyor da. Belki yeni bir şeydir, belki de çok diplerde köşelerde bir bilgidir. Daha önce hiç duymadım.

Ö2: Bunu tam olarak hatırlamıyorum diyebilirim. Ama katot ışınları deneyine benzer bir deney diye hatırlıyorum.

Bir öğretmen adayı eksi yüklü ışınlar şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA5: Katotun tam tersi... Bunu net bilmiyorum söylemişim. Işının özellikleri ise eksi yüklü, artı tarafından çekilir, saçılma yapar doğrusal gitmez diye hatırlıyorum ama komple karıştırıyor da olabilirim.

İki öğretmen adayı ve üç öğretmen artı yüklü ışınlar şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Kanal ışınlarına anot ışınları dedim sanırım. Artı yüklü ışınlar, biraz önce bahsettiğim Crookes tüpündeki gaz katot ışınlarında gazın önemi yok ama kanal ışınlarında gazın cinsi önemli diye hatırlıyorum. Kanal ışınları artı yüklü ışınlardır, tüpün içindeki gazın cinsine bağlıdır. Anot kaynaklıdır.

ÖA3: Kanal ışınları artı yüklü ışınlar. Kanal ışınlarıyla yine Crookes tüpünde işlem yapıyordu ve bunun sayesinde Chadwick tarafından nötron keşfedildi diye hatırlıyorum.

Ö1: Biraz katot ışınlarından etkilenilmiş. Goldstein tarafından yapılmıştır. Burada da eksi kutbun arkasına delikli bir levha koyuyor. Bu levhadan artı yüklerin arkaya geçişini gözlemliyor. Kanal ışınları artı yüklü ışınlardır. Kütlesi proton olduğundan dolayı daha büyüktür. Manyetik alanda eksi kutba sapıyor ve tüp içindeki gazın cinsine bağlıdır.

Ö4: Bir gazdan elektron koparıldığında pozitif yüklenen parçacığın elektriksel alanda negatif yöne doğru hareketiyle oluşan ışımadır. Bu ışınlar katot ışınlarının özelliklerine sahiptir, doğrusal hareket ederler, elektriksel manyetik alanda saparlar, kullanılan gazın türü cinsi önemli değildir diyebilirim.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Thomson atom modelinin eksiklikleri veya sınırlılıkları nelerdir? Bu eksiklikler veya sınırlılıklar nasıl ortaya çıkarıldı?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının sekizi "elektronların bulundukları yerler ve hareketi ile alakalı bilgiler eksiktir" yanıtını verdikleri, üçünün "yörünge ve orbitallerden bahsetmemiş" dedikleri, ikisinin "boşluklu yapıdan bahsetmediğini" söyledikleri gözlenmiştir. Soruya beş katılımcı cevap verememiştir. Elde edilen bulgular tablo 24 de verilmiştir.

Tablo 24 incelendiğinde iki öğretmen adayı ve iki öğretmenin boşluklu yapıdan bahsetmiyor şeklinde ifade ettiği gözlenmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Atomun boşluklu yapısından bahsetmemiş, nötrondan bahsetmemiş. Thomson'un öğrencisi Rutherford, Thomson'un teorisini teyit etmek için bir deney yapıyor, altın plakaya alfa tanecikleri gönderiyor. Alfa tanecikleri dediğim şey helyum tanecikleri. Bu taneciklerin çoğu altın levhadan sapmadan geçiyor çok küçük bir kısmı geri dönüyor buradan atomun yapısının boşluklu olduğunu anlıyor çekirdeğin aslında çok küçük bir kısmı kapladığı sonucuna ulaşıyor. Nötronu 1932 yılında Chadwick buluyor ama nasıl buluyor bilmiyorum.

ÖA3: İçi dolu küre demesi eksiklik, şu anda büyük çoğunluğunun boşluklu olduğunu biliyoruz. Atom içinde eksi yüklerin gelişi güzel dağılmış olarak vermesi eksiklik. Bu eksiklikler Thomson'un öğrencisi Rutherford tarafından hocasını desteklemek amacıyla yaptığı deneyin sonucunda aslında hocasının bahsettiği gibi olmadığını anlamasıyla ortaya çıkarıldı.

Ö1: Atomda boşluk kavramından, çekirdek kavramından bahsetmemesi, eksiklikleridir. Atomun nötr olduğunu söylemesi ise Dalton'un modeline göre artıdır.

Tablo 24

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modelindeki Eksiklikler ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	5	-
Boşluklu yapıdan bahsetmiyor	2	2
Elektronların bulundukları yerler ve hareketi ile alakalı bilgiler eksik	8	-
Yörünge ve orbitallerden bahsetmemiş	3	1
Protonlardan bahsetmemiştir	1	-
Nötronlardan ve çekirdekten bahsetmemiştir	-	2

Beş öğretmen adayının konuyu bilmedikleri tablo 24'de görülmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA14: Tam olarak özelliklerini hatırlayamadığım için eksikliklerini de net şekilde açıklayamıyorum.

Sekiz öğretmen adayı elektronların bulundukları yerler ve hareketi ile alakalı bilgiler eksik şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Thomson atom modelinde çekirdek fikri hala yok, artı yüklerin bir havuz oluşturduğundan bahsediyor, yükün biriktiği bir yerden bahsetmiyor, elektronların gelişi güzel dağıldığını söylüyor, elektronların hareketi ile alakalı bilgisi yok. Bu eksiklikler Rutherford'un yaptığı altın plakaya yüklü bir ışık gönderme deneyi sonucunda bu eksiklikler ortaya çıktı.

ÖA10: Elektronların nerede dolaştığını söyleyemedi, yörüngelerden bahsetmedi. Bohr ile yörünge kavramı geldi.

ÖA18: Elektronun gömülü ve hareketsiz olduğunu söylüyor hareketli olduğunu bilmiyor, boşluktan bahsetmiyor, nötrondan bahsetmiyor.

Üç öğretmen adayı ve bir öğretmen yörünge ve orbitallerden bahsetmemiş şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA13: Bütün modellerinin bir sınırlılığı var ki yerine başka bir model önerildi. Bu modelinde yine orbitallerden bahsetmemesi, bir yere kadar bir düzenli yapıymış gibi ifade ediliyor fakat öyle olmadığı eksiklikleridir.

Ö3: Thomson öncelikle çekirdekten bihaber, yörünge kavramını bilmiyor, eksi yüklü tanecikler daha sonraları elektron olarak adlandırılıyor ve bunlar yörüngelerde dolaşıyor oysa Thomson artı yüklü gövdenin yüzeyinde şeklinde ifade etmiştir. En büyük eksikliği yörünge ve çekirdekten bahsetmemiş olması.

Bir öğretmen adayı protonlardan bahsetmemiştir şeklinde ifade ediyor. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA8: Protonların olduğunu belirtmemiştir. Sadece elektronların varlığından bahsediyor.

İki öğretmen nötronlardan ve çekirdekten bahsetmemiştir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

Ö4: Nötrondan hiç bahsetmemiştir. Artı ve eksi yüklerin atom içinde homojen şekilde dağıldığını söylemesi eksiklikleridir. Bir atomun kütlelerini pozitif yüklerin oluşturacağı bilgisi yanlıştır. Çünkü biz biliyoruz ki bir atomun kütlelerini çekirdek oluşturur ve çekirdekte proton ve nötron vardır.

Ö5: Thomson atom modelinde atomun nötronlarından, çekirdeğinden bahsedilmemiştir.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Thomson atom modelinin öğrencilerde kalıcılığını sağlamak için hangi analogileri kullanabilirsiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının on üçünün "üzümlü kek" cevabını verdiği gözlenmiş, ikisi "öğrencilere oyun oynatırım" demiş, dördü ise cevap verememiştir. Mülakatlardan elde edilen bulgular tablo 25 de verilmiştir.

Tablo 25 incelendiğinde dört öğretmen adayının bu konuyu bilmediklerini ifade ettikleri gözlenmiştir.

İki öğretmen adayı öğrencilere rol oynatabilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Ben öğretmen olarak ortada durabilirim ve Protonu temsil ederim, yanıma bir erkek öğrenci alırım bu öğrenciye de nötronu temsil ediyor derim. Etrafımızda da kız öğrenciler sürekli merkez etrafında dönerler, hareket halinde olurlar onlara da elektron derim. Sayılarla alakalı bir şey diyemeyeceğim temsili olarak göstermek için bunu sunarım aklıma başka bir şey gelmiyor. (daha sonra düzeltme yaptı nötronun olmadığını ifade etti).

ÖA13: Merkezde bir yapının olduğu ve bu yapının farklı şeylerden oluştuğu bir model vermem lazım. Bunu sınıfta öğrencilere oynatabilirim mesela.. Bir merkez yaparım ve bu merkezde

farklı yapılar olduğunu gösteririm buna çekirdek derim, öğrencilerde bu merkez etrafında hareket ederler ve elektronları temsil ederler.

Tablo 25

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modelini Anlatırken Kullandıkları Analogiler ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	4	-
Üzümlü kek	13	5
Öğrencilere rol oynatabilirim	2	-

Tablo 25 de görüldüğü gibi 13 öğretmen adayı ve beş öğretmen analogi olarak üzümlü kek verebileceklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Üzümlü kek, İngilizlerin erikli puding demesi ile bu örnek geliyor ama kendimin verebileceği bir örnek bulamadım.

ÖA4: En klasik üzümlü kek. Klasik olarak karpuz örneğini de verebiliriz. Karpuzun kabuk kısmını ihmal ederek vermemiz gerekiyor.

ÖA5: Üzümlü kek klasik örneğini verebilirim. Ama hamur içinde kabarcıklar olmamalı, Hamur artı yük, üzümlerde eksi yükü temsil etsin ama homojen olarak dağıtılmalı, keki küre şeklinde yapmamız lazım. Kendim bir örnek verecek olsam, sünger topa iki farklı renkte toplu iğne batırırım birine artı diğerine eksi derim, eşit sayıda olacak şekilde batırırım, sadece yüzeyde olarak görecekle fakat bunun aynı şekilde top kısmında da olduğunu düşünmelerini söylerim.

Ö2: Direkt olarak üzümlü kek ifade ediyorum. Bu kuru fasulye pilav da olabilir. Genelde yemeklerden üzerinden gitmemin sebebi o saatlerde acıkmış oluyorlar ve dikkatlerini çekiyor...

Ö5: Üzümlü kek modeli olarak adlandırılıyor zaten, atomun gövdesini hamura elektronları üzüme benzetebiliriz.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Thomson atom modelinin kimyaya katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından onunun "proton ve elektronlardan bahsetmiş olması" şeklinde cevap verdiği, üçünün "elektronun keşfedilmiş olması" cevabını verdiği gözlenmiştir. Katılımcıların dördü soruya cevap verememiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 26 da verilmiştir.

Tablo 26'da görüldüğü gibi dört öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir.

Tablo 26

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modelinin Kimyaya Katkısı ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	4	-
Proton ve elektrondan bahsetmiş olması	13	3
Hemen hemen her şeyin temelini oluşturuyor	1	2
Maddenin yapısı hakkında detaylı bilgimiz oldu	1	-

13 öğretmen adayı ve üç öğretmen proton ve elektrondan bahsetmiş olması şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Çekirdeğin yapısından bahsetmiyor ama çekirdeğin varlığından bahsediyor, çekirdeğin içindeki yüklerden artı eksi şeklinde bahsediyor. Bilimin geliştirilebilir olduğunu göstermesi de önemli bir katkı.

ÖA4: Tepkimelerin hepsi elektron alışverişi veya ortaklaşması üzerine kuruludur. Bu model sayesinde elektron fikrinin ortaya çıkışı elektronların bulunması bizim tepkimeleri açıklamamızda çok önemli katkı sağladı.

ÖA13: En büyük katkısı kendinden sonraki modellere altyapı oluşturması. Çekirdeği oluşturan taneciklerden bahsettiği için, elektriksel yüklerden bahsettiği için kendisinden sonra gelenlere ışık tutmuştur.

ÖA18: Elektronu keşfetmiş en büyük katkısı budur sanıyorum, elektronun yükünü de bulmuş, sonraki süreç içinde merakı uyandırmıştır.

Ö1: Eksi yüklerin varlığından bahsetmesi, atomun nötr olduğunu söylemesinden dolayı katkısı büyüktür.

Ö3: Yük/ kütle oranını bulması ve negatif yüklü taneciklerden ilk defa bahsedilmesinden dolayı önemli bir katkısı vardır.

Ö4: En azından bir atomun kütlelerinin varlığından bahsetmiş olması, bir gazın elektriksel alandaki yönelimi ve hareketinin kütleyle bağlı olduğundan bahsetmiş olması, artı ve eksi yüklerin atom içinde var olduğundan bahsetmiş olması kimyaya katkısı olarak söyleyebilirim. Kendinden önceki çalışmaları da kullanarak farklı bilgiler ve veriler elde etmiştir.

Bir öğretmen adayı ve iki öğretmen hemen hemen her şeyin temelini oluşturuyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA5: Hemen hemen her şeyin temeli diyebilirim.

Ö2: Thomson ne kadar başka kişilerin deneylerini kullanarak bir model önerse de bu bilimde bir kırılma anıdır. Gelecek bilgiler içinde önemli bir basamak olmuştur.

Bir öğretmen adayı maddenin yapısı hakkında detaylı bilgimiz oldu şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Artık maddenin yapısı hakkında daha detaylı bilgimiz oldu, tanecik boyutunda bir şeyleri ispatlamaya başladık, özellikle maddenin birbiri ile etkileşimi hakkında, artı ve eksi yüklerin varlığı hakkında ve buna katkısı hakkında bilgimiz oldu. Artık bazı şeyleri öngörebilmeye başlamamız lazım ki maddeler birbiri ile nasıl tepkimeye giriyorlar, neye göre ayrılıyorlar bunları bilmek için araştırma merakı gelmiştir diye düşünüyorum.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Thomson atom modelinin günümüzde geçerliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından onu "günümüzde geçerli değil" cevabını verirken, dördünün "bazı özellikleri ile hala geçerli" cevabını verdikleri gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının beşi ise soruya "bilmiyorum" şeklinde cevap vermişlerdir. Elde edilen mülakat bulguları tablo 27 de verilmiştir.

Tablo 27

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Thomson Atom Modelinin Günümüzdeki Geçerliliği ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	5	-
Günümüzde geçerli değil	10	4
Bazı özellikleri ile hala geçerli	4	1

Beş öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA8: Günümüzde geçerlimi bilmiyorum.

ÖA14: Net bilmiyorum. Eksiklikleri vardı sanıyorum ama tam hatırlayamadığım için ifade edemiyorum. Ama günümüzde eksiklikleri olduğu bulundu diyebilirim.

10 öğretmen adayı ve dört öğretmen günümüzde geçerli değil şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Günümüzde geçerli değil çünkü artık atomun boşluklu yapıda olduğunu biliyoruz, nötronları biliyoruz...

ÖA3: Dalton atom modeli gibi aslında günümüzde geçerliliği yok fakat bazı durumlarda, anlatımlarımızda ve çizimlerimizde Thomson'un modelini hala kullanıyoruz.

ÖA12: Atom modeli olarak geçerli değil fakat bulmuş olduğu elektron ve proton hala geçerli.

Ö1: Nötr olması haricinde pek bir geçerliliği yok.

Ö4: Çekirdekten bahsetmemiş olması bile günümüzde geçerliliğini kaybetmesine kafidir.

Dört öğretmen adayı ve bir öğretmen bazı özellikleri ile hala geçerli şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Bunun da sınırlarını belirlersek kullanılabilir bir teori. Buradaki sınırimız, çekirdekle işimiz yoksa sadece elektron akışını açıklayacaksa kullanabiliriz diye düşünüyorum.

ÖA13: Çekirdeği, protonun ve nötronun oluşturduğu günümüzde geçerli, elektronların varlığı günümüzde de geçerli, atomun parçalanabilir olduğu günümüzde de geçerli.

Ö5: Günümüzde kısmen geçerli diyebilirim.

5. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modeli ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır ve Bu Modeli Anlatmada Kullanacakları Analogiler Nasıldır?

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Atomda boşluk olacağı fikri nasıl ortaya çıktı? Bu fikrin kaynağı neydi?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde 11 farklı kategoride cevaplar alınmış olup öğretmen adaylarından yedisinin "Rutherford'un alfa tanecik deneyinden" cevabını verdiği gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının ikisi bu soruyu yanıtsız bırakmıştır. Elde edilen mülakat bulguları tablo 28 de verilmiştir.

Tablo 28

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atomda Boşluk Olacağı Fikrinin Nasıl Ortaya Çıktığı ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	3	-
Alfa tanecik deneyi ile	10	5
Boşluk olacağını Demokritos söyledi	1	-
Rutherford katot ışını deneyi ile ispatlamıştır.	2	-
Modern atom teorisi ile ortaya atılmıştır	2	-
Dalton ortaya attı ama nasıl attı bilmiyorum	1	-

Üç öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir.

10 öğretmen adayı ve beş öğretmen alfa tanecik deneyi ile şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Rutherford hocasını teyit etmek amacıyla altın plaka deneyini yapıyor. Altın plakaya alfa taneciği gönderiyor taneciklerin büyük kısmının sapmadan arka tarafına geçtiğini, bir kısmının ise geri geldiğini görüyor. Bununda atomda var olan boşluklardan kaynaklandığını söylüyor.

ÖA2: Atoma daha doğrusu çekirdeğe bir ışın gönderiyorlar ne ışını olduğunu bilmiyorum bilimsel olarak açıklayamayacağım ama muhtemelen X ışını. Bazı yerlerde ışınların karşıya geçtiği görülmüş, bazılarının çarptığı yerlerde bir şeylerin varlığından bahsedilmiş işte yüklerin falan. Gönderilen ışının ne özellikte olduğunu tam bilmiyorum ama bir proton bir nötrondan oluşan ışın olabilir. Işınlar elektronların olmadığı yerlerden geçti olduğu yerlerde ise onlara çarptı. Bazı yerlerden geçip bazı yerlerden geçmediğinde atomun boşluklu yapıda olduğu fikri oluştu.

ÖA3: Bu fikir Thomson'un öğrencisi Rutherford tarafından ortaya atılıyor. Hocasını desteklemek amacıyla yapmış olduğu altın plakaya alfa ışınları gönderme deneyinin sonucunda aslında hocasının düşündüğü gibi atomun içinin dolu olmadığı aksine büyük oranda boşluktan oluştuğu sonucuna varıyor. Gönderilen alfa ışınlarının büyük kısmının plaka arkasına sapmadan geçmesi bunu düşündürüyor.

ÖA9: Atoma ışın gönderiyorlardı, diğer tarafa geçince atomda boşluk olacağı fikri oluşmuştu. Gönderilen ışın katot veya kanal ışınıydı, bana katot ışınıydı gibi geliyor şimdi. Boşluk olacağı fikrinin kaynağı neydi bilemiyorum.

ÖA17: Milikan'ın yaptığı deney sonucunda atomda boşluk olduğu fikri ortaya çıkmıştır. Plakaya katot ışını gönderince plakanın diğer tarafına geçince ışın, atomda boşluk olacağı fikri ortaya çıkmıştır.

ÖA19: Alüminyum folyo üzerine bir ışın gönderiliyordu ışın karşı tarafa geçtiği gözlenince bunun ancak boşluk olması sayesinde olabileceğini düşünmüşlerdi. Bu gözlemlenince atomda boşluk vardır diye düşünmüşler. Yanılmıyorsam De Broglie yapıyor deneyi hatta bu ışınların dalga boyu denklemini buluyordu

Ö1: Rutherford'un yaptığı alfa saçılması deneyinden anlaşıldı. Bir tenis topunu karşımızdaki duvara fırlattığımızda eğer önünde bir engel mesela dolap varsa top duvara çarpmaz ama önü boşluksa duvara çarpar. Bu düşünce ile yapılan deneyden ortaya çıkmıştır.

Ö4: Rutherford atom modelinde bahsedilmiştir. Alfa saçılması deneyi ile ortaya çıkmıştır.

Bir öğretmen adayı boşluk olacağını Demokritos söyledi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA16: Demokritos söyledi atomda boşluk olacağını. Hangi fikirlerle ortaya attı bilmiyorum.

İki öğretmen adayı Rutherford katot ışını deneyi ile ispatlamıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA13: İlk Rutherford ortaya atmıştır. Yaptığı katot ışını deneyinde atomun boşluklu yapıda olduğunu ispatlamış ve bunu üzümli keke benzetirsek içindeki üzümlerin ayrı ayrı aralarında

boşluk olan bir yapı gibi olduğunu ve atomun bu yapıya benzediğini söylemiştir. Çekirdek kekin merkezinde ama kekte göstermiş mi bilmiyorum. Belki çekirdeğin varlığını bildiği için onu göstermemiştir. Göstermek istediği sadece elektronlar ve aralarındaki boşluk olduğu için bu modeli kullanmıştır. Üzümler elektronları temsil ediyor, kek kısmı ise elektronlar arasındaki boşluğu temsil ediyor.

İki öğretmen adayı modern atom teorisi ile ortaya atılmıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Modern atom teorisi ile atılmıştır diye biliyorum. Kim buldu bilmiyorum ama modern atom teorisinden önce atılmadı.

Bir öğretmen adayı Dalton ortaya attı ama nasıl attı bilmiyorum şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Atomda boşluk olacağı fikrini Dalton ortaya attı fakat neye göre attı onu hatırlamıyorum. Ama boşluklu yapı deyince akla gelecek kişi Dalton.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Thomson atom modelinin doğruluğunu denetlemek için Rutherford tarafından yapılan deneyi anlatınız. Bu deneyden elde edilen sonuçlar nelerdir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının dokuzunun "Altın plaka deneyi, boşluklu yapı ve çekirdeğin çok küçük alan kapladığı" hakkında bilgi verdikleri, sekizinin ise soruyu cevaplayamadığı gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının ikisi ise "Katot ışınları deneyi ile boşluklu yapıdan" bahsetmiştir. Elde edilen mülakat bulguları tablo 29 da verilmiştir.

Tablo 29

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Tarafından Yapılan Deney ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	8	-
Altın plaka deneyi. Boşluklu yapı ve çekirdeğin çok küçük olduğu.	9	5
Katot ışınları deneyi ile boşluklu yapıdan bahsetti	2	-

Sekiz öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA12: Deneyi hatırlamıyorum. Ama Thomson Rutherford'a bulduklarının yanlış olduğunu söyleyerek kızıyordu gibi hatırlıyorum.

ÖA15: Bu deneyi bilmiyorum. Rutherford ile alakalı da bir şey bilmiyorum gibi hissediyorum.

ÖA16: Altın bir levhaya bir elektriksel yük gönderiyordu karşısından da elektriksel yüklü ışın gönderiyor, bu ışınlar birbirine çarpınca kıvılcım çıkıyordu. Bazıları geri dönüyordu.

Dokuz öğretmen adayı ve beş öğretmen altın plaka deneyi, boşluklu yapı ve çekirdeğin çok küçük olduğu şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Rutherford hocasını teyit etmek amacıyla altın plaka deneyini yapıyor. Altın plakaya alfa taneciği gönderiyor taneciklerin büyük kısmının sapmadan arka tarafına geçtiğini, bir kısmının ise geri geldiğini görüyor. Bununda atomda var olan boşluklardan kaynaklandığını söylüyor (bir önceki soruya verilen cevap). Deneyde elde edilen sonuçlar... Atomun boşluklu yapıda olduğunu buluyor, çekirdeğin aslında atomun içinde çok küçük bir yer kapladığını söyledi.

ÖA2: Sanırım bir önceki soruda bahsettiğim X ışınları deneyi. (Atoma daha doğrusu çekirdeğe bir ışın gönderiyorlar ne ışını olduğunu bilmiyorum bilimsel olarak açıklayamayacağım ama muhtemelen X ışını. Bazı yerlerde ışınların karşıya geçtiği görülmüş, bazılarının çarptığı yerlerde bir şeylerin varlığından bahsedilmiş işte yüklerin falan. Gönderilen ışının ne özellikte olduğunu tam bilmiyorum ama bir proton bir nötrondan oluşan ışın olabilir. Işınlar elektronların olmadığı yerlerden geçti olduğu yerlerde ise onlara çarptı. Bazı yerlerden geçip bazı yerlerden geçmediğinde atomun boşluklu yapıda olduğu fikri oluştu.) Deney sonucu olarak atomun boşluklu yapıda olduğu anlaşıldı. Elektronları çekirdekte olmadığına, yörüngelerde olduğuna da ulaşmış olabilirler. Ama Bohr mu yaptı Rutherford mu yaptı emin değilim. Ama yörüngeden ilk Rutherford bahsetti.

ÖA10: Alfa ışınları deneyi olmalı. Bir altın levha üzerine ışınlar gönderiyor. Kırılıp geçen ışınlar merkeze yani çekirdeğe gidiyor diyor. Işınların özelliklerini bilmiyorum. Deney sonucunda neye ulaşıyor şu anda toparlayamıyorum karıştı. Soruyu sorunca katot ışınları ile de karıştırmış olabileceğimi fark ettim.

Ö1: Bir kutu içine ince bir altın levha koyuyor, bu levhanın arkasını da başka bir levha ile çevreliyor ve iç kısmına da çinko-sülfür sürüyor sebebi ise alfa ışınları çarpınca oluşan etkiyi gözlemleyebilmek. İnce altın levhaya alfa tanecikleri gönderiyor eğer ışınlar direkt çinko-sülfürlü yüzeye geçiyorsa diyor ki atomlar arasında boşluk var ki karşı tarafa geçti. Alfa ışınlarının artı yüklü ışınlar olduğu daha öncesinden bilinen bir şey olduğundan gözlemlediği ışın sapmalarını ise elektronların varlığına bağlıyor. Elektronlardan dolayı artı yüklü alfa tanecikleri sapmalar yaparak geçtiler demıştır. Bazı taneciklerin de gerisin geriye döndüğünü gözlemlemiştir. Bunu da eğer artı yüklü bir tanecik gönderdiğimde olduğu gibi geri geliyorsa bu artı yüklü bir taneciğe çarptığı içindir şeklinde açıklıyor. Buna birde şunu ekliyor eğer bir atomda artı yükler dağılmış halde bulunsaydı gönderdiğim alfa taneciklerinin artı yüklerle çarpışma oranı yüksek olacağı için geri yansıyan ışın miktarı fazla olacaktır. Fakat bu oran düşük olarak gözlemlenmiş olduğundan, artı yüklü taneciklerin bir arada ve çok ufak bir alan işgal ettiğinden bahsetmiştir. Bu birime de çekirdek diyor.

Ö5: Altın levhaya alfa ışınları gönderdiğinde ışınların büyük bir kısmının levhadan geçtiğini, küçük bir kısmının ise sapmalara uğradığını ifade ediyor ve atomun yaklaşık %99,9'unun boşluklardan oluştuğunu ifade ediyor.

İki öğretmen adayı katot ışınları deneyi ile boşluklu yapıdan bahsetti şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA9: Rutherford katot ışınları deneyi ile boşluklu olacağını bulmuş olabilir.

ÖA13: Katot ışını deneyi altına katot ışını gönderiyor ve ışının altının arka kısmından çıktığını gözlemliyor. Ve bundan da atomun boşluklu yapıda olduğu sonucuna ulaşıyor.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Rutherford, Thomson atom modelini neden eleştirdi? Neye dayanarak yeni bir model önerdi?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından yedisinin "boşluklu yapıdan bahsetmediği için" şeklinde cevap verdiği, yedisinin sorunun cevabını bilmediklerini ifade ettikleri gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının üçü ise "elektronların hareketinden ve bulundukları yerlerden bahsetmediği için" şeklinde cevap vermiştir. Mülakatlardan elde edilen bulgular tablo 30 da verilmiştir.

Tablo 30

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford'un Thomson Atom Modelini Neden Eleştirdiği ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	7	-
Yörüngelerden bahsetmediği için	1	-
Boşluklu yapıdan bahsetmediği için	7	5
Nötronlardan bahsetmediği için	1	-
Elektronların hareketinden ve bulundukları yerlerden bahsetmediği için	3	-

Yedi öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Neden eleştirdi tam olarak bilmiyorum, acaba yörüngeleri üç boyutlu olarak mı düşündü emin değilim.

ÖA16: Altın bir levhaya bir elektriksel yük gönderiyordu karşısındanda elektriksel yüklü ışın gönderiyor, bu ışınlar birbirine çarpınca kıvılcım çıkıyordu. Bazıları geri dönüyordu.

Bir öğretmen adayı yörüngelerden bahsetmediği için şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Yörüngedeki elektronlardan, yörüngelerden bahsetmediği için Thomson'un atom modelini eleştirdi.

Yedi öğretmen adayı ve beş öğretmen boşluklu yapıdan bahsetmediği için şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: İçi dolu olarak bahsetmesini eleştirdi. Çekirdekte protonu toplayıp etrafına da elektronu yerleştirmiştir ve büyük çoğunluğunun ise boşluktan oluştuğunu söylemiştir.

ÖA5: Boşluklu yapıdan bahsetmemesinden dolayı. Burada da sanırım Thomson buluyor ispat edemiyordu Rutherford ispat ediyordu gibi bir durum vardı diye hatırlıyorum Bilim Tarihi dersinden aklımda kalan. Ama net değil hayal meyal hatırlıyorum. Alfa saçılması deneyine dayanarak yeni bir model önerdi.

ÖA13: Merkezde bir çekirdeğin bulunduğu elektronların bu çekirdek etrafında dağınık ve aralarında boşluk olacak şekilde bulunan bir model önerdi.

Ö3: Thomson artı gövde yüzeyinde eksilerin olduğunu söylemişti. Oysa Rutherford yaptığı deney ile atomda boşluk olacağını eksilerin ise bu boşlukta bulunduğunu ve Thomson'un söylediği artı gövde kavramının aksine çok küçük bir hacimde toplanmış artı yüklerin olduğunu söyledi. Sonuçta yaptığı deneye dayanarak yeni bir model öneriyor.

Ö4: Thomson birim alanda veya hacimde eşit miktarda artı ve eksi yük olduğunu söylüyor ama Rutherford bu şekilde olsaydı ışınlarda bir saçılma birde geri gelme olurdu diyor direkt geçemezdi ve bunun miktarları da birim hacimde eşit olmadığı sonucuna ulaştırıyor. Atomda boşluk olacağından bahsetmemesinden dolayı da eleştiride bulunmuştur.

Bir öğretmen adayı nötronlardan bahsetmediği için şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA19: Rutherford'un modelinde nötron bulunuyordu herhalde. Yani öyle olması lazım mantiken nötronlardan bahsetmediği için eleştirmiş olabilir. Kütle ölçümü ile Thomson'un modeline göre fazla olan bir şeyin olduğunu bulmuş olabilir. Buna da nötron demiş olabilir. Sonuçta bir atomun kütlesini ölçmüştür ve protonun kütlesini bunun karşılamadığını görünce o eksikliği tamamlamıştır. Birde eksilerin artıları artıların eksileri çektiğini bildiği için bunlar arasında yalıtım yapacak başka bir şeyin olduğunu söylemiştir diye düşünüyorum.

Üç öğretmen adayı elektronların hareketinden ve bulundukları yerlerden bahsetmediği için şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Rutherford elektronların belli bir yörüngede belli bir doğrultuda dolaştığına inanıyor, fakat Thomson rastgele hareket ediyor diyordu. Bu modeli benim bilmediğim deneyin sonucuna dayanarak öneriyor.

ÖA9: Thomson elektronların hareketini söylemiyor, atomun yapısını tam olarak söylemiyor, bu yüzden de Rutherford eleştiriyor. Rutherford'la aynı zamanlarda Milikan da deney yapıyor

elektronla alakalı başka bilgilere de ulaşıyor ve bu iki deney sonucunda Rutherford yeni bir atom modeli öneriyor.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Rutherford deneyinin sonuçlarına göre nasıl bir atom modeli önermiştir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde katılımcılardan sekizinin bu soruyu yanıtsız bıraktığı gözlenirken sekizinin ise "boşluklu, çekirdeğin çok küçük bir yer kapladığı" şeklinde cevap verdiği gözlenmiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 31 de verilmiştir.

Tablo 31

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford'un Deneyin Sonuçlarına Göre Nasıl Bir Atom Modeli Önerdiği ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	8	-
Boşluklu, çekirdeğin çok küçük yer kapladığı bir model önerdi	8	3
Proton ve elektronların arasında nötron olan minimum etkileşimli bir model önermiştir.	1	-
Elektronları dağınık olan ve aralarında boşluk olan bir model öneriyor.	1	2
Çekirdek içinde proton olan ve yörüngelerde elektronların olduğu bir model önerdi.	1	-

Sekiz öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Rutherford'u şu anda hiç hatırlamıyorum belki Thomson'u da yanlış çizmiş olabilirim. Thomson'u çizince Rutherford'a çizebileceğim söyleyebileceğim bir şey kalmadı bu yüzden de zorlanıyorum. Şu anda Thomson'a nötronu fazla çizdiğimi düşünüyorum üzümlü kek diyor ve proton ve nötronlardan bahsediyor. Rutherford modelinde nötronu eklemiştir demek istiyorum ama bunu neye dayanarak söylüyor bilmiyorum. Nötronun çekirdekte olduğunu söylüyor, çekirdek etrafında ise elektronların döndüğünü söylüyor. Eksi yüklerle alakalı hareket halinde oldukları, bu hareketinde dairesel bir hareket olduğunu söylüyor.

Sekiz öğretmen adayı ve üç öğretmen boşluklu, çekirdeğin çok küçük yer kapladığı bir model önerdi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Boşluklu çekirdeğinin çok küçük bir hacim kapladığı, çekirdeklerinin içinde proton ve etrafında elektronların olduğu bir atom modeli önerdi.

ÖA3: Çekirdek içinde artı yüklerin olduğunu söylemiştir. Protonları bir arada tutmanın zor olduğunu düşünüyor, bunun yanında başka taneciklerin olduğunu da düşünüyor ama ispat edemiyor. Nötronun varlığını ispatlayamıyor. Etrafında da rastgele dolaşan elektronların olduğunu söylüyor ve büyük kısmının boşluktan oluştuğu bir model öneriyor.

ÖA5: Bir çekirdek olması gerektiğini söyledi, Bohr yörüngeyi söylediği için yörüngelerden de bahsederek elektronları ifade etti. Bohr yörüngelerden daha önce bahsetmişti çünkü. Çekirdekte protonların yörüngelerde elektronların olduğu içinde boşluk bulunan bir model önerdi.

Ö1: Çekirdeği olan, elektronların kendi başına hareket ettiği (bir nevi Jüpiter ve etrafındaki çizgiler gibi) bir atom modeli önermiştir.

Ö2: Günümüzde kullandığımız modele yakın bir model öneriyor, artı yüklerin merkezde bir arada eksi yüklerin ise aralarında boşluk olacak şekilde artı yüklerin etrafında olacağı bir model önermiştir. Ama yörünge kavramından falan bahsetmiyor.

Bir öğretmen adayı proton ve elektronların arasında nötron olan minimum etkileşimli bir model önermiştir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA19: Proton ve elektronların arasında nötronların bulunduğu ve etkileşimin minimum olduğu bir model önermiş olabilir.

Bir öğretmen adayı ve iki öğretmen elektronları dağınık olan ve aralarında boşluk olan bir model öneriyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA9: Thomson'un atom modeline benziyor ama oradaki gibi elektronlar homojen bir şekilde dağılım göstermiyor, dağınık şekilde bulunuyor elektronlar arasında boşluklardan bahsediyor.

Ö4: Çekirdekte artı yüklerin olduğunu bu çekirdeğin etrafında ise büyük bir hacim kaplayan elektronların dağıldığından bahsetmiştir.

Bir öğretmen adayı çekirdek içinde proton olan ve yörüngelerde elektronların olduğu bir model önerdi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Çekirdek, çekirdeğin içinde protonlar, etrafında yörüngeler ve yörüngelerde de elektronların bulunduğu bahsetti.

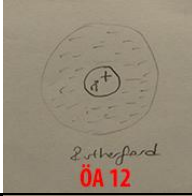
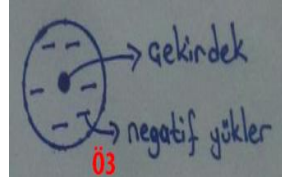
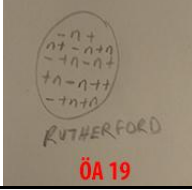
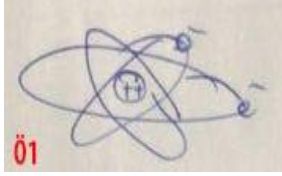
Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Rutherford atom modelini zihninizde canlandığı şekliyle çizebilir misiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelenmiş, elde edilen bulgular "bilimsel modele uygun çizimler" ve "bilimsel olmayan çizimler" şeklinde iki

kategori altında toplanıp elde edilen bulgulardan katılımcı görüşlerini ortaya koyacak örnekler tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32 incelendiğinde beş öğretmen adayının ve üç öğretmenin bilimsel modele uygun olarak Rutherford atom modelini çizdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının 11'inin ve öğretmenlerin ikisinin çizimlerinin bilimsel model ile uyumlu olmadığı gözlenmiştir. Bu çizimlere örnek olarak verilen Ö1'nin çizimi 3 boyutlu yapıda düşünüldüğü için bilimsel olmayan çizimler kategorisine eklenmiştir. Öğretmen adaylarının üçü (ÖA8, ÖA11 ve ÖA17) çizim yapamamıştır.

Tablo 32

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Zihinlerindeki Rutherford Atom Modeli Çizimleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı Çizimleri	(f)	Öğretmen Çizimleri	(f)
Bilimsel modele uygun çizimler		5		3
Bilimsel olmayan çizimler		11		2
Bilmiyorum		3		-

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Rutherford atom modeli ile Thomson atom modeli arasında benzerlik ve farklılıklar var mıdır, varsa nelerdir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından dördünün "Rutherford boşluklu yapıdan bahsediyor", dördünün "Rutherford elektronların yörüngelerde hareket ettiğinden bahsediyor", üçü "Rutherford elektronların çekirdek etrafında, aralarında boşluk olacak şekilde sabit durduklarını söylüyor" şeklinde yanıtlar verdiği, altısının da soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 33 de verilmiştir.

Tablo 33'de altı öğretmen adayının konuyu bilmediklerini ifade ettikleri gözlenmiştir.

Dört öğretmen adayı ve üç öğretmen Rutherford boşluklu yapıdan bahsediyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Benzerlikleri ikisinin de proton ve elektrondan bahsetmiş olması, farklılığı Thomson boşluklu yapıdan bahsetmiyor Rutherford boşluklu yapıdan bahsediyor.

ÖA3: Atom altı taneciklerden elektron ve protonlardan bahsediyorlar, ikisinde de küre şeklinden bahsediyor bunlar benzerlikleri olabilir. Farklılıkları olarak da Thomson modelinde içi dolu olduğundan bahsederken, Rutherford büyük çoğunlukla boşluklu bir yapıdan bahsediyor. Thomson atomun kütlelerini oluşturan protonun genele yayıldığından bahsediyor, fakat Rutherford kütlelerin (protonların) merkezde (çekirdek) toplandığını söylemiştir.

Ö2: Artı eksi yüklü taneciklerden bahsediyor olmaları benzer yönleri, ama Rutherford modelinde boşluk kavramından bahsediliyor olması, kütlelerin neredeyse tamamının merkezde artı yüklü taneciklerin olduğu yerde olduğundan bahsediliyor olması çok büyük bir farklılık.

Ö5: Elektronların varlığı ifadesi ve boşluklu yapı ön plana çıkıyor, protonlardan bahsetmiş olmaları benzerlikleri. Çekirdek ise aralarındaki farklılıktır.

Tablo 33

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modeli ile Thomson Atom Modeli Arasındaki Farklılıklar ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	6	-
Rutherford boşluklu yapıdan bahsediyor	4	3
Rutherford elektronların konumundan ve hareketinden bahsediyor	7	-
Rutherford çekirdekte nötronun da olduğundan bahsediyor.	1	2
Rutherford protonların merkezde toplandığını söylemiştir.	1	-

Tablo 33 incelendiğinde yedi öğretmen adayının Rutherford elektronların konumundan ve hareketinden bahsediyor şeklinde ifade ettiği gözlenmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Thomson çekirdeğin içinde artı eksi yüklerden bahsetmişti. Rutherford ise çekirdeğin içinde artı yüklerin olduğunu söyledi elektronlarında çekirdeğin dışında yörüngelerde olduğunu söyledi.

ÖA6: Rutherford atom modelinde elektronlar yörüngelerde hareket ediyor fakat Thomson atom modelinde elektronlar çekirdek etrafında gelişigüzel hareket ediyorlar.

ÖA9: Thomson'un atom modeline benziyor ama oradaki gibi elektronlar homojen bir şekilde dağılım göstermiyor, dağınık şekilde bulunuyor elektronlar arasında boşluklardan bahsediyor.

ÖA18: Elektronun varlığından, protondan bahsetmeleri benzer yönleri. Farklı yönleri ise Thomson elektronları gömülü olduğunu söylüyor ve boşluktan bahsetmiyor ama Rutherford elektronların çekirdek etrafında aralarında boşluk olacak şekilde sabit durduklarını söylüyor.

Bir öğretmen adayı ve iki öğretmen Rutherford çekirdekte nötronun da olduğundan bahsediyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Farklılığı çekirdekteki nötron Thomson da nötrondan bahsetmiyor son olarak düşüncem bu. Elektronlar ve hareketlerinin benzer olduğunu söyleyeceğim.

Ö1: Rutherford şöyle diyor atomun merkezinde bulunan çekirdeğin kütlesi çekirdekte bulunan protonların kütesinin iki katıdır diyor. Yani normalde burada bir başka tanecik olduğunu söylüyor fakat o taneciğin ne olduğunu ispatlayamıyor ismini veremiyor. İkisinin ortak yönü nötronun olmaması, ikiside artı ve eksi yüklerin varlığından bahsediyor ve ikisi de atomun nötr olduğunu söylemiş.

Ö4: İkisinde nötrondan bahsetmemiş olması, artı ve eksi yüklerden bahsetmeleri benzer yönleridir. İkiside kütleden bahsediyor fakat Thomsonun bahsettiği kütlede sadece artı yükler vardır. Rutherford ise artı yüklerin iki katı kadar bir kütle bulmuştur ama bu bulduğu kütleinin sebebini söyleyememiştir. Yani nötronlardan şüphelenmiştir ama bahsetmemiştir.

Bir öğretmen adayı Rutherford protonların merkezde toplandığını söylemiştir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA7: Benzerlikleri ikisinde de elektron ve proton olması, farklılıkları protonların merkezde toplanmış olması, birde elektronların protonlar içinde yayılmamış olması.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Atomda çekirdek olacağı fikri nasıl oluştu?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından altısının "Rutherford'un altın plaka deneyi ile" cevabını, dördünün "Dalton ortaya attı" cevabını verdikleri, sekizinin ise cevap veremediği gözlenmiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 34 de verilmiştir.

Tablo 34'de görüldüğü gibi sekiz öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Çekirdek olacağı fikrinin nasıl oluştuğundan tam olarak emin değilim. Muhtemelen bölünemiyor dendiğinden belki de enerjiden dolayı söylemişlerdir. Muhtemelen Rutherford ile çıktı ama nasıl ortaya çıktığından emin değilim.

ÖA18: Çekirdek olacağı fikrini kim buldu tam bilmiyorum çekirdekten ilk bahseden sanıyorum Thomson'dur.

Tablo 34

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Atomda Çekirdek Olacağı Fikrinin Nasıl Oluştuğu ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	8	-
Alfa saçılma deneyi ile.	7	5
Dalton ortaya atıyor.	4	-

Tablo 34 incelendiğinde yedi öğretmen aday ve beş öğretmen alfa saçılma deneyi ile oluşmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Buda yine Rutherford'un altın plaka deneyi ile oluşmuştur bence bunu düşünmemdeki sebep, deneyde gönderilen alfa taneciklerinin çok az bir kısmın geri döndüğü gözlemlenmiş, bunu da atomun içinde çok küçük bir alanda yoğunlaşmış bir şeyler var ve bunlara çarpıp geri döndüğü için çarptığı şeye çekirdek diyor.

ÖA14: Thomson'da çekirdek olacağı fikri bir deneyle oluştu şimdi hatırlamıyorum ama Atomun yüzeyindeki negatif yükleri tespit ediyor ve bunlara denk bir pozitif yük olduğunu düşünüyor. Bunlarında çekirdekte birikmiş olduğunu söylüyor. Haa metal levha deneyi vardı onu yapmıştı herhalde. Metale küçük bir delikten ışınları gönderiyor, atomun çekirdeğine gelen ışınlar saçılıyor ama diğer bölgelere gelen ışınlar saçılmıyor.

ÖA19: De Broglie deneyinde folyo üzerine gönderilen ışının bir kısmı diğer tarafa geçerken, bir kısmı olduğu gibi çarpıp geri dönüyor o zaman bu geri dönen ışınlar bir şeye çarpıyor diyor. Buna da çekirdek diyor yanılmıyorsam. Gönderdiği ışın burada artı yüklü olabilir artı artıya çarpıyor ve geri dönüyor demiştir sanıyorum. Öyle hatırlıyorum yani.

Ö2: Yapılan altın levha deneyinden sonra, kütlenin çok büyük bir kısmının merkezde toplandığını buldu ve böylece bir çekirdek fikri ortaya atıldı. Ama isim olarak nucleus (çekirdek) olarak ismi Rutherford mu verdi onu tam olarak bilmiyorum. İlk başlarda merkez deniyor olabilir öyle hatırladım, daha sonraları çekirdek denmeye başladı.

Ö5: Altın plaka deneyinde ortaya çıkmıştır. X ışınlarının çarpıp geri gelmesi ile orada artı yüklerin bulunduğunu ve çok küçük bir alan kapladığını söylemiştir ve adına çekirdek demiştir.

Dört öğretmen aday Dalton ortaya atıyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Bu fikir Dalton'dan beri var ama tam olarak nasıl ortaya atıldığını bilmiyorum.

ÖA16: Çekirdek fikrini ilk Dalton ortaya attı.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Rutherford atom modelindeki çekirdek ile günümüzde kullanılan modern atom çekirdeği arasında fark var mı?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından yedisinin "fark yok" yanıtını verdiği, dördünün "Rutherford modelinde nötronlardan bahsetmiyor" şeklinde cevap verdiği, öğretmen adaylarının sekizinin ise soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Elde edilen mülakat bulguları tablo 35 de verilmiştir.

Tablo 35

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modelindeki Çekirdek ile Günümüzde Kullanılan Modeldeki Çekirdek Arasındaki Farklar ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	8	-
Fark yok	4	-
Rutherford modelinde nötronlardan bahsetmiyor.	7	5

Sekiz öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA19: Rutherford modelinde çekirdek var mı hatırlamıyorum bile çekirdek Bohr ile geldi diye hatırlıyorum. Sanırım bilmiyorum.

Dört öğretmen adayı Rutherford atom modelindeki çekirdek ile günümüzde kullanılan çekirdek arasında bir fark olmadığını ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Bir fark olduğunu düşünmüyorum çok detaylı quarklardan bahsetmemiz dışında. O zamanda proton ve nötronlardan bahsediyor.

ÖA13: Arasında bir fark olduğunu düşünmüyorum. Belki günümüzde çok daha küçük parçacıklardan bahsediliyor olabilir o zaman farklı yanları bunlardır diye düşünüyorum.

Yedi öğretmen adayı ve beş öğretmen Rutherford modelinde nötronlardan bahsetmiyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Tabii ki fark var. Günümüzde artık nötrondan da bahsediyoruz, Rutherford nötrondan bahsetmiyor. Şu anda quarklar ve leptonları biliyoruz ama o zaman bunlardan bahsedilmemişti.

ÖA4: Temelde olan fark nötronun olması, Rutherford modelinde sadece protonlardan bahsediyor, fakat nötronlarda mevcut. Günümüzde protonların quarklara bölünebilirliği de kabul görüyor ama Rutherford'da böyle bir kabul yok.

Ö2: Benzerlikler var tabii ki, kütleinin neredeyse tamamının burada, artı yüklerin burada olduğunu söylüyorlar, fakat Rutherford nötron kavramından bahsetmiyor (Chadwick bulmuştu nötronu bu ismi unutmuyorum.)

Ö4: Nötrondan bahsetmemiştir. Rutherford çekirdekte sadece artı yüklerin olduğunu söylüyor ama modern atom modelinde biz biliyoruz ki nötronlar da bulunmakta. Günümüzdeki çekirdek oldukça farklıdır yani.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Rutherford atom modelin eksiklikleri veya sınırlılıkları nelerdir? Bu eksiklikler veya sınırlılıklar nasıl ortaya çıkarıldı?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından altısının "elektronların hareketlerini tam olarak yorumlayamaması" şeklinde yanıt verdiği, üçünün "nötrondan bahsetmemesi" şeklinde yanıt verdiği, birinin "orbitallerden bahsetmemesi" cevabını verdiği gözlenmiş, dokuzu bu soruyu yanıtsız bırakmıştır. Mülakatlardan elde edilen bulgular tablo 36 da verilmiştir.

Tablo 36

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modelindeki Eksiklikler ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	9	-
Nötrondan bahsetmemesi	3	2
Elektronların hareketlerini tam olarak yorumlayamaması.	6	2
Orbitallerden bahsetmemesi	1	1

Dokuz öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Sanırım çekirdekle alakalıdır farkları ama konuyu tam olarak hatırlamadığım için bir şey söyleyemiyorum.

ÖA19: Siz soruları sorunca kafam iyice allak bullak oldu bildiklerimin yanlış olduğunu ve komik duruma düştüğümü anlıyorum. Benim kafamdaki modele göre çekirdek yok yörünge yok boşluk yok ama sanıyorum bu düşüncem yanlış. Bilmediğimi anladım.

Üç öğretmen adayı ve iki öğretmen nötrondan bahsetmesi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA14: Eksiklikleri üç boyutlu düşünmediğini biliyorum, tek kabuktan yörüngeden bahsediyor. Nötronu bulmamış olması eksikliği.

ÖA18: Nötrondan haberi yok mesela elektronların hareketlerinden bahsetmemiş başka ne var hatırlayamadım.

Ö1: Yörünge kavramından bahsetmemiş olması bir sınırlılık, nötrondan bahsetmemiş olması bir sınırlılık.

Altı öğretmen adayı ve iki öğretmen elektronların hareketlerini tam olarak yorumlayamaması şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Elektronlarla alakalı çok fazla bilgi yok, rastgele dağılmış durumdadır, hareketleri ile ilgili bir şey bilmiyoruz, çekirdekte protonlar nasıl bir arada duruyor bununla alakalı bir şey bilmiyoruz bunlar sınırlılıkları.

ÖA12: Eksiklikleri yörüngelerin keşfi daha gerçekleşmemiş, dolayısı ile elektronların hareketi de bilinmiyor.

Ö3: Eksikliği şu, biliniyor ki artı yükler eksi yükleri çeker. Rutherford modelinde ise artı yüklü bir çekirdek merkezde dururken etrafında homojen şekilde dağılmış eksi yükler boşlukta bulunuyor diyor. İşte tam da burada eksilerin neden artı yük üzerine düşmediğini veya nasıl orada bulunabileceğini açıklayamamış olmasıdır.

Bir öğretmen adayı ve bir öğretmen orbitallerden bahsetmemesi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA13: Orbitallerden bahsetmiyor olması eksik yanı

Ö2: Yörünge yani bugünkü adıyla orbital kavramından bahsetmiyor, nötron kavramından bahsetmiyor.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Rutherford atom modelinin öğrencilerde kalıcılığını sağlamak için hangi analogileri kullanabilirsiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından dördünün "gezegen sistemi" cevabını, dördünün "üzümlü kek" cevabını verdiği gözlenmiştir. Alınan diğer farklı cevapların yanında beş katılımcını ise soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Elde edilen bulgular tablo 37 de verilmiştir.

Tablo 37 incelendiğinde beş öğretmen adayı ve bir öğretmenin konuyu bilmediklerini ifade ettikleri gözlenmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Şu anda aklıma bununla alakalı bir analogi gelmiyor.

ÖA5: Şimdiye kadar hiç analogi vermedim dolayısı ile şimdide aklıma hiçbir şey gelmiyor.

Ö2: Bununla alakalı analogi hiç düşünmedim sanırım şimdi de bulamayacağım. Öğrencilere şöyle söylüyorum, merkezde bir çekirdek var bunun etrafında dönmekte olan eksi yükler var diyorum.

Tablo 37

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modelini Anlatırken Kullandıkları Analogiler ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	5	1
Tel ve boncuklarla modellerim.	1	-
Gezegen sistemini verebilirim.	5	2
Futbol sahasını örnek verebilirim.	1	-
Üzümlü kek.	4	-
Oyun oynatabilirim.	1	-
Dönme dolabı gösterebilirim.	1	-
Hulahop çeviren bir kızı örnek verebilirim.	1	-
Animasyonlar kullanırım.	-	2

Tablo 37'de bir öğretmen adayı tel ve boncuklarla modellerim şeklinde ifade ettiği gözlenmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Bir konuda çelişkiye düştüm acaba elektronları çekirdeğin içinde mi bahsediyordu, yoksa dışında olduğunu biliyordu da neden düşmediğini mi açıklayamıyordu. Eğer bu şekildeyse yani elektronların ve protonun çekirdeğin içinde olduğu modeli bunu kendim modelleyebilirim tellerle falan. Diğer türlüyse yani çekirdeğin etrafında elektronların bulunduğu şekildeyse de tellerle modelleyebilirim ama zor olur çünkü elektronların bir şeyle gösterilmesi gerekiyor ve bunu tellerle yapacak olsam öğrencide elektronların bir şeylerle bağlı olduğuna dair bir yanılığa sebep olabilir diye düşünüyorum. Tel ve boncuklar kullanarak yapılabilir.

Beş öğretmen adayı ve iki öğretmen gezegen sistemini verebilirim şeklinde ifade etmiştir.

Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Samanyolu galaksisi olabilir. Güneş sistemini örnek verirdim. Güneşe çekirdek derdim. Gezegenlere de elektron derdim.

ÖA3: Dünyanın güneş etrafında dolaştığı sistemi örnek olarak verebilirim. Güneşi çekirdek olarak gösteririm. Dünyayı ise elektron fakat dünyanın normalde olduğu gibi sürekli bir yörüngede dönmediğini bazen yaklaşıp bazen uzaklaştığını bazen diğer gezegenlerin yanına gittiğini bu gezegenlerinde aynı şekilde hareket ettiğini söyledim.

ÖA12: Dünyayı örnek olarak verirdim. Üzerinde insanların hareket halinde olduğundan bahsederim ve elektronları temsil ettiğini söyledim. Bizim yapıdan kopmamamızın sebebi

merkezde protonların olması dünyanın da merkezinde protonların olduğunu düşünmelerini isterim. Yani merkezdeki magma tabakası proton ve nötronları temsil ediyor, dünya yüzeyindeki insanlarda elektronları temsil ediyor derdim. Ama elektronların bizim gibi yüzeye temas etmediklerini düşünmelerini isterim. Yahut ben oyun hamurlarıyla bir şeyler yaparım sanırım bu daha kolay. Küçük yuvarlak top yaparım hamurla etrafına da elektronları farklı renkli oyun hamurlarıyla yapar gösteririm. Şeffaf plastik çubuklarla elektronların çekirdeğe değmediğini gösteririm ve hareket halinde olduğunu söylerim.

Ö1: Gezegen ve uydularını gösterebilirim.

Ö5: Güneş sistemine benzetebiliriz.

Bir öğretmen adayı futbol sahasını örnek verebilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA7: Halı saha gibi düşünebiliriz. Sahanın orta noktasını çekirdek olarak alabiliriz. Halı sahanın dışındaki seyirciler elektronlar, sahanın olduğu kısım ise boşluk kısmı olabilir.

Dört öğretmen adayı üzümlü kek örnek olarak gösteririm şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA13: Üzümlü kek modeli var üzümlü kek yapıp getirebilirim. İçinde Akışkan çikolata olan üzümlü bir kek yapabilirim. İçindeki çikolata kısmı çekirdeği temsil etsin derim, üzümler elektronları hamur kısmı ise elektronlar arasındaki boşluğu ve birbirleri ile olan etkileşimleri temsil etsin derim.

ÖA19: Yine benim kafamdaki model için üzümlü sütlaç örneğini gösterebilirim. Üzümler artı yükleri temsil etsin, pirinçler nötronları, sütlu kısım ise elektronları temsil etsin diye verebilirdim ama doğru değil. Sanırım benim çalışmam lazım bu konuya adam akıllı.

Bir öğretmen adayı oyun oynatabilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Ben öğretmen olarak ortada durabilirim ve protonu temsil ederim, yanıma bir erkek öğrenci alırım bu öğrenciye de nötronu temsil ediyor derim. Etrafımızda da kız öğrenciler sürekli merkez etrafında dönerler, hareket halinde olurlar onlara da elektron derim.

Bir öğretmen adayı dönme dolabı gösterebilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA14: Dönme dolap tam olarak buna örnek olabilir. Çarkın orta noktası proton olur, dönen kabinler de elektronlar olabilir.

Bir öğretmen adayı hulahop çeviren kızı örnek gösteririm şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA15: *Hulahop çeviren kız örneği verebilirim. Ama hulahopu elleri ile tutuyor ve tuttuğu yerlerde elektronlar var. Hulahop yörüngeyi temsil ediyor. Ama ne hulahop dönecek nede tuttuğumuz noktalar değişecek, çünkü elektronlar sabit yörünge üzerinde sabit şekilde duruyorlar.*

İki öğretmen animasyon kullanırım şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

Ö3: *Şeffaf bir küre içinde merkezde yine başka bir küre buna çekirdek derim çekirdek etrafında ki boşlukta da elektronları hayal etmelerini söylerim Ya da animasyon kullanırım.*

Ö4: *Bazı görseller ve animasyonlar ile bunu ifade ediyorum.*

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Rutherford atom modelinin kimyaya katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından beşinin "boşluklu yapıdan bahsetmesi" şeklinde, dördünün "Bohr'un atom modeli içi basamak oluşturmaları" şeklinde, ikisinin "çekirdekten bahsetmesi", ikisinin de "yörünge kavramından bahsetmesi" şeklinde cevap verdikleri gözlenmiştir. Beş öğretmen adayından ise soruya yanıt alınamamıştır. Elde edilen bulgular tablo 38 de verilmiştir.

Tablo 38

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modelinin Kimyaya Katkısı ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	5	-
Boşluklu yapıdan bahsetmesi	5	3
Yörünge kavramından bahsetmesi	3	-
Bohr'un atom modeli için basamak oluşturmaları	4	-
Çekirdekten bahsetmiş olması	2	2

Beş öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir.

Beş öğretmen aday ve üç öğretmen boşluklu yapıdan bahsetmesi şeklinde ifade etmiştir.

Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: *Atomun boşluklu yapısından bahsetmiş olması, çekirdekte protonlardan bahsetmiş olması daha sonra sunulacak olan modellerin ise bu bilgilerin kullanılarak oluşturulması için katkı sağlamıştır.*

Ö1: *Bence atom modelleri içinde en büyük katkısı bu yapmıştır. Atomda boşlukların varlığından bahsetmiş, çekirdek kavramından ilk defa bahsetmiş olması büyük katkıdır. Bence atom için dönüm noktasıdır bu model.*

Ö2: Kesinlikle diğer modellerden daha fazla katkısı var, bu modelde bir kırılmadır bence. Boşluk kavramıyla birlikte çok farklı ve yeni bilgilere götürmüştür. Sonraki zamanlarda Max Plank'ın Einstein'ın ve başka birçok fizikçi ve kimyacının yaptığı çalışmaların temelinde Rutherford'un atom modeli yer almıştır. Çünkü boşluk kavramıyla birlikte itme çekmelerin çok farklı bir boyutu ele alınmıştır.

Ö5: Atomların büyük bir boşluktan oluştuğunu ifade ettiği için önemli bir modeldir.

Üç öğretmen adayı yörünge kavramından bahsetmesi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Yörüngelerden, elektronlardan, elektronların hareketli oluşundan, çekirdeğin içinde protonların olduğundan bahsetmiş.

Dört öğretmen adayı Bohr'un atom modeli için basamak oluşturmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Bu modelin oluşturulmuş olması Bohr için bir basamak oluyor Bohr da yörüngeyi buluyor. Birde Nötron varlığı gösteriliyor.

ÖA13: Kendinden sonra gelen modeller için yol göstermiştir sonuçta bir model diğer modelin üzerine inşa edilmiş.

İki öğretmen adayı ve iki öğretmen çekirdekten bahsetmesi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA12: Günümüzde kullandığımız çekirdek kavramını buluyor ve içeriğinden bahsediyor.

ÖA18: Çekirdekten bahsetmesi önemli bir katkı, çekirdekten bahsedilince sadece proton mu var diye araştırılmaya sevk etmiştir, elektronların gerçekten sabit mi hareketli mi olduğuna dair araştırma yapılmıştır.

Ö3: Çekirdeğin varlığının konuşulması önemli bir buluştur.

Ö4: Çekirdek fikri günümüz için en büyük katkısı olmuştur.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Rutherford atom modelinin günümüzde geçerliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının sekizinin "günümüzde geçerli değil", yedisinin ise "bazı özellikleri geçerli olsa da kullanmıyoruz" şeklinde cevap verdikleri gözlenmiş, dördü ise bu soruya yanıt verememiştir. Elde edilen mülakat bulguları tablo 39 da verilmiştir.

Dört öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir.

Tablo 39

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Rutherford Atom Modelinin Günümüzde Geçerliliği ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	4	-
Günümüzde geçerli değil.	8	3
Bazı özellikleri geçerli olsa da kullanmıyoruz.	7	2

Sekiz öğretmen adayı ve üç öğretmen günümüzde geçerli değil şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Günümüzde, yörüngelerden ve nötronlardan bahsetmediği için geçerli değil.

ÖA9: Günümüzdeki atom fikrine yakın şeyler söylüyor ama geçerli değil.

ÖA18: Günümüzde hala anlatıyoruz okuyoruz fakat sadece atomu gelişimi ile alakalı konularda yoksa bir geçerliliği yok eksik yönleri var onlar tamamlanınca normal olarak son bilinen model kullanılıyor.

Ö5: Günümüzde atom kütlelerinin proton ve nötronlardan oluştuğunu biliyoruz, Rutherford modelinde nötronlardan bahsetmediği için kütleli net şekilde hesaplayamayız. Bu nedenle de geçerli değildir diyebilirim.

Yedi öğretmen adayı ve iki öğretmen bazı özellikleri geçerli olsa da kullanmıyoruz şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Protonun çekirdekte olması ve atomun büyük çoğunluğunun boşluktan oluşması günümüzde de geçerli olan bilgiler. Bunların haricinde elektronların konumu izlediği yol, çekirdekte nötrondan bahsedilmemiş olması geçerli olmayan bilgiler.

ÖA4: Yine aynı şeyi söyleyeceğim belirli sınırları çizerek kullanılabilir. Sınır olarak, bütün elektronları eş enerjili olarak düşünürsek aradaki enerji farklarını dikkate almazsak ve çekirdekteki taneciklerin nasıl bir arada olduğunu göz ardı edersek kullanılabilir.

ÖA13: Boşluklu yapı olduğunu biliyoruz, Çekirdek ve elektronları biliyoruz fakat orbitalleri hala bilmiyoruz eksik yanları var.

Ö3: Günümüzde geçerliliğini yitirmiştir. Aslında tamamen yitirmiştir demiyoruz şöyle ki çekirdekten hala bahsediyoruz, artı ve eksi yüklerden hala bahsediyoruz. Ama model olarak eksikliklerinden dolayı kullanmıyoruz.

6. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modeli ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır ve Bu Modeli Anlatmada Kullanacakları Analogiler Nasıldır?

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Bohr, atom modelini neye dayanarak önerdi?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından beşi "önceki modellere dayanarak" cevabını, dördü "elektronlar hakkında elde edilen bilgilerden" cevabını vermiştir. Öğretmen adaylarından onu bu soruya cevap verememiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 40 da verilmiştir.

Tablo 40

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr'un Atom Modelini Neye Dayanarak Önerdiği ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	10	2
Önceki modellere dayanarak.	5	-
Elektronlar hakkında elde edilen bilgilerden	4	3

10 öğretmen adayı ve iki öğretmen konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Bohr atom modelini hiç hatırlamıyorum. Çok küçük bir şey bulup onu geliştirmişti diye hatırlıyorum. Sabit Yörüngelerin olmadığından mı bahsetmişti acaba. Yörüngelerin olmadığını daha çok toz bulutu gibi şeylerin olduğunu mu söylemişti tam emin değilim. Bu sonuca muhtemelen deney yaparak ulaşmıştır. Belki radyoaktif bir ışıma yaptırmıştır, bir elektronu işaretlemiştir. İşaretli elektronun sürekli yer değiştirdiğini görmüştür, sürekli farklı yerlerde görüldüğü içinde bir yörüngede olmadığını söylemiştir dağınık dağınık bir hareket yapıyor demıştır. Bunlar benim yorumum sonuç olarak bilmediğim aşikar.

ÖA11: Bohr ile alakalı parça parça bilgiler var zannediyorum. Ama bunlar ne hangisini hangisine ekleyebilirim bilemiyorum.

ÖA18: Bir deney yaptı mı hatırlamıyorum neye dayandırarak modeli oluşturdu bilmiyorum.

Ö1: Hiç düşünmemiştim şu anda da aklıma gelmiyor.

Beş öğretmen adayı önceki modellere dayanarak önermiştir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA7: Bohr atom modeli de Rutherford atom modeli gibiydi artı olarak yörüngelerin sayısı artmıştı gibi hatırlıyorum.

ÖA10: Rutherford'un modelini baz alarak önermiş olabilir. Elektron hareketlerinin gelişigüzel olmadığını bir düzen içinde hareket ettiğini gözlemlemiş ve bundan dolayı bir model önermiştir. Deneyle mi ulaştı bu sonuca bilmiyorum ama elektronları birbirlerini itmesinden dolayı gelişi güzel bir dağılma ve hareketten ziyade bir düzen içinde bir güzergâhta hareket ettiğini düşünmüş olabilir.

Dört öğretmen adayı ve üç öğretmen elektron hakkında elde edilen bilgilere dayanarak şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA5: Balmer, Lyman'dan falan bahsediyor, elektronun belli bir enerjiye sahip olacağından bahsediyor, dolayısı ile bir orbital farklı enerji seviyesine sahip bir yörüngeden bahsediyor ve bunun üzerinden gidiyor. Deneyden net emin değilim ama Flouresans fosforesanstan geliyor diye tahmin ediyorum.

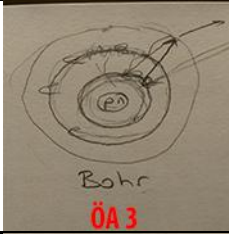
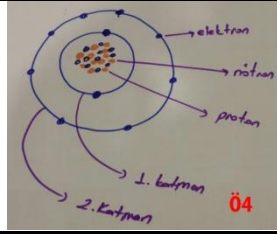
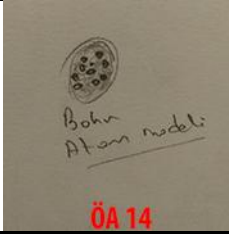
ÖA13: Bohr atom modelinde elektronları özellikle incelemiştir. Elektronların orbitallerde yani konumlarını belirleyeceğimiz bir sistemin olduğunu ortaya atıyor. Orbitallerden kastım yörüngeler yani elektronların üzerinde gezindiği bölge gibi.

Ö2: Hidrojen atomunu ele alıyor ve bu atoma spektrum (ışım) yaptırıyor. Elektronu enerji gönderiyor ve bu enerjinin nasıl bir etki yaptığını gözlemliyor. Ve bu gözlem sonucunda elektronun bulunduğu bir yer vardır diyor yani elektron belli bir yerde bulunur diyor. Böylece de katman (yörünge) teorisini ortaya atıyor.

Ö3: Söylediğim gibi artı ve eksi yüklerin normal şartlarda birbirini çekmesi gerekirken neden modelde çekmediğini açıklamaya çalışma isteği yeni bir modelin doğmasına sebep olmuştur.

Tablo 41

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Zihinlerindeki Bohr Atom Modeli Çizimleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı Çizimleri	(f)	Öğretmen Çizimleri	(f)
Bilimsel modele uygun çizimler		12		5
Bilimsel olmayan çizimler		3		-
Bilmiyorum		4		-

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Bohr atom modelini zihninizde canlandığı şekliyle çizebilir misiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelenmiş, elde edilen bulgular iki kategori altında toplanıp tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41 incelendiğinde 12 öğretmen adayının ve beş öğretmenin bilimsel modele uygun olarak Bohr atom modelini çizdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının üçünün çizimlerinin bilimsel model ile uyumlu olmadığı gözlenmiştir. Bu çizimlere örnek olarak verilen ÖA14'ün çizimi daha çok üzümlü kek modeli olarak bilinen Thomson modeli ile benzerlik göstermektedir. Öğretmen adaylarının dördü (ÖA8, ÖA11, ÖA16 ve ÖA17) çizim yapamamıştır.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Bohr atom modeli ile Rutherford atom modeli arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından onunun "Bohr'un elektronların yörüngelerde olduğundan ve hareketinden bahsetmesi farklı yönüdür" şeklinde, üç katılımcının ise "Bohr'un nötronlardan bahsetmesi farklı yönü" şeklinde cevap verdiği gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının altısı bu soruya cevap verememiştir. Mülakatlardan elde edilen bulgular tablo 42 de verilmiştir.

Tablo 42

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modeli ile Rutherford Atom Modeli Arasındaki Farklılıklar ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	6	-
Bohr'un Nötronlardan bahsetmesi farklı yönü.	3	-
Bohr'un Elektronların yörüngelerde olduğundan ve hareketinden bahsetmesi farklı yönü.	10	5

Altı öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir.

Üç öğretmen adayı Bohr'un nötronlardan bahsetmesi farklı yönüdür şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Farklılıklar Bohr nötronlardan ve yörüngelerden bahsetti, benzerlikleri protondan ve elektrondan bahsetmeleri.

ÖA3: Benzerlikler çekirdek ve boşluk, elektronların çekirdek etrafında olması. Farklılıkları ise nötron varlığı, elektronların yörüngelerde hareket etmesi Bohr'da var Rutherford da yok.

10 öğretmen adayı ve beş öğretmen Bohr'un elektronların yörüngelerde olduğundan ve hareketinden bahsetmesi farklı yönüdür şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Elektronların çekirdek dışında olduğundan bahsedişleri, çekirdeğin varlığından bahsetmeleri benzerlikleri fakat elektronların çekirdeğin dışında nasıl hareket ettiğini açıklarken farklılıkları var.

ÖA4: Benzerlikleri ikisi de çekirdeğin merkezde olduğunu ve hacminin küçük olduğunu ileri sürüyor, temel farklılık ise Rutherford da elektronlar rastgele dağılmış halde iken Bohr'da elektronlar yörüngeler üzerinde olduğu söylenmiş ve atomun her yerinde olamazlar sadece belli bölgelerde olabilirler demıştır.

ÖA6: Rutherford elektronların yörüngeler arasında hareket yaptığını bilmiyor, sabit bir yörüngede sürekli dönme hareketi yaptığını ifade ediyor, çekirdek etrafında çember şeklinde bir yörüngede döndüğünü ifade ediyor, fakat Bohr elektronların dışarıdan bir kuvvet uygulandığında yer değiştirdiğini yani bir üst enerji seviyesine çıktığını ve her bir enerji seviyesine çıkarmak için farklı kuvvetler uygulanması gerektiğini söylüyor, elektronları küre şeklindeki farklı katmanlar üzerinde hareket ettiğini ifade ediyor üç boyutlu bir küreden bahsediyor.

Ö3: Benzer yönleri çekirdekten bahsediyor olmaları, eksi yüklerden bahsediyor olmaları boşluk olacağından bahsediyor olmaları. Farklı yönleri ise Bohr'un eksi yüklü taneciklerin bir yörünge etrafında hareket ettiğini söylüyor bu yüzden eksi yüklerin çekirdeğin üzerine düşmediğini ifade ediyor olması.

Ö5: Bohr atom modelinde elektronlar yörüngelerde hareket ettiği söylenirken Rutherford atom modelinde elektronlar çekirdek etrafında rastgele hızlı bir şekilde döndüğü ifade edilmiştir.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Atomların ışınları nasıl yaydıklarını ve soğurduklarını Bohr modeline göre açıklayabilir misiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının dokuzu bu soruya cevap veremezken, on katılımcı "elektrona enerji veririz ve üst enerji seviyesine çıkmasını sağlarız, enerji vermeyi kesince temel enerji seviyesine dönerken üzerindeki fazla enerjiyi ışın olarak dışarı yayar" şeklinde cevap vermiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 43 de verilmiştir.

Tablo 43 incelendiğinde dokuz öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının görüşleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Işımların serisi vardı ama (balmer lyman vb.)... Bilmiyorum.

ÖA10: Bunu açıklayamam sanıyorum.

Tablo 43

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Modeline Göre Atomların Işınları Nasıl Yayıdıkları ve Soğurdıkları ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	9	-
Elektrona enerji veririz ve üst enerji seviyesine çıkmasını sağlarız enerji vermeyi kesince temel enerji seviyesine dönerken üzerindeki fazla enerjiyi ışın olarak dışarı yayar.	10	5

Tablo 43'de görüldüğü gibi 10 öğretmen adayı ve beş öğretmen elektrona enerji veririz ve üst enerji seviyesine çıkmasını sağlarız enerji vermeyi kesince temel enerji seviyesine dönerken üzerindeki fazla enerjiyi ışın olarak dışarı yayar şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının görüşleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Enerji ışık vasıtası ile elektrona gönderiliyor. Elektron ışığa maruz kalınca enerjisi artacak, enerji artınca hızı artacak dolayısı ile bu enerjiyi de çekirdeğe olan konumuna göre ayarlaması lazım, aldığı enerji ile daha üst yörüngelere çıkıyor. Tabii bu bölge yüksek enerjili olduğundan onun için kararsız bir bölge, bu elektron bu durumdan kurtulmak için almış olduğu enerjiyi ışık olarak geri veriyor ve kararlı hale geçiyor. Bu hale geçerken ışıma yaparak üzerindeki enerjiyi veriyor.

ÖA5: Dışarıdan enerji veriyoruz, her orbitalin kendi belli bir enerjisi var eğer o enerjinin üstüne çıkaracak bir enerji verirsek elektron kopuyor bir sonraki seviyeye çıkıyor o enerjiyi vermeyi kestiğimiz zamanda üzerindeki enerjiyi ışık olarak vererek tekrar eski kararlı orbitaline dönüyor. Işımayı bu şekilde açıklayabilirim.

ÖA18: Bir yörüngedeki bir elektron bazen diğer yörüngeye çıkabilir veya üst yörüngedeki elektron alt yörüngeye geçebilir. Bunu çok yüklenince üst yörüngeye geçme şeklinde üzerindeki yükü atmak için alt yörüngeye geçme şekliyle yaparlar. Kararlı olmak isterler bunun için gerekli bir şeydir. Elektron enerjiyle yüklenince üst yörüngeye geçiyor, üzerindeki enerjiyi verince alt yörüngeye geçiyorlar bunu yaparken de ışın yayıyorlar bunların bazılarını görebiliyoruz. Mesela alev denemesi yapıyoruz burada ateşle enerji veriyoruz sonra eski enerji seviyesine geçerken görünür bölgedeki frekansta enerji verenleri görebiliyoruz.

Ö1: Atomlara elektronlar yerleştirilirken en düşük enerji seviyesinden başlayarak en yüksek enerji seviyesine doğru yerleştirme yapılır. Eğer alt yörüngeden bir elektronu bir üst yörüngeye göndermek istersen ona enerji vermen gerekir ve verdiğin bu enerji elektron tarafından absorblanacak bunun sonucunda da üst enerji seviyesine çıkacak diyor. Bu da kararsız bir yapı olur, kararlı hale gelmesi için elektronun önceki enerji seviyesine geçmesi gerekir, bunu yaparken de aldığı enerjiyi dışarı vermesi gerekir ki bunu ya ışık ya da ısı olarak

yapar. Bu farklı enerji seviyelerinden geçişlerinde farklı olduğunu ve dolayısı ile renklerinin de farklı olduğunu söylüyor.

Ö4: Temel haldeki bir elektron dışarıdan enerji aldığı zaman üst enerji katmanına geçiş yapar ve kararsız hale geçer, atom bu halden rahatsızlık duyar ve tekrar temel hale geçmek ister, üzerindeki enerjiyi ısı ve ışık şeklinde geri vererek bunu gerçekleştirir.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Bohr atom modelinin eksiklikleri veya sınırlılıkları nelerdir? Bu eksiklikler veya sınırlılıklar nasıl ortaya çıkarıldı?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının sekizinin "Bohr'un elektronları yörüngelere yerleştirmiş olması eksik yönüdür" şeklinde cevap vermişken, sekizinin soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Elde edilen bulgular tablo 44 de verilmiştir.

Tablo 44

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modelinin Eksiklikleri ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	8	-
Sınırlılığı yok	1	-
Bohr'un elektronları yörüngelere yerleştirmiş olması eksikliği.	8	1
Tek elektronlu atomlar için açıklanabilir oluşu, çok elektronlu atomları ifade edemeyişi.	1	4
Orbitallerden bahsetmeyişi.	1	-

Sekiz öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Modern atom teorisini şu anda net hatırlamadığım için bunu açıklayamıyorum ama sınırlılığı mutlaka var ve sanıyorum elektronlarla alakalı bir şeydi.

ÖA14: Bu modelin çok fazla eksikliği var ama bütün özellikleri net bilmediğim için sıralayamıyorum.

Bir öğretmen adayı sınırlılığı yoktur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA12: Modern atom modeline en çok benzeyen atom modelidir, bir sınırlılığı eksikliği yok diye biliyorum. Günümüzde kullanıyoruz hala çünkü.

Sekiz öğretmen adayı ve bir öğretmen Bohr'un elektronları yörüngelere yerleştirmiş olması eksikliğidir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Artık yörüngeden ziyade modern atom teorisinde bulunma olasılığı olan yerlerden bahsediyoruz. Heisenberg belirsizlik ilkesinden elektronların yeri ve zamanını aynı anda bilemediğimizden bahsediyor. Yani lambda etrafında uçuşan sinekler gibi elektronun nerede ne zaman bulunacağı belirsizdir. Bohr bunlardan bahsetmiyor.

ÖA5: Nötrondan bahsetmemesi eksikliği, sadece hidrojen atomu için geçerli bir model, diğer atomları gösteremiyor daha sonra Schrödinger diğer atomlara uyarlıyor. Elektronların yörüngelerde bulunmasından bahsetmesi sınırlılıkları olabilir.

Ö2: En büyük eksikliği çok net konuşmuş olmasıdır. Yörünge kavramının da daha sonraları yıkıldığını görüyoruz. Çünkü elektron çok küçük bir tanecik ve tam olarak yeri belirlenemiyor, eğer yeri belirlenirse zaten hızı belirlenemiyor. O yüzden tam olarak yörünge kavramından bahsetmiş olması eksikliği.

Bir öğretmen adayı ve dört öğretmen tek elektronlu atomlar için açıklanabilir oluşu, çok elektronlu atomları ifade edemeyişi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Eksiklikleri sadece bir elektronlu tanecikleri açıklayabildiğini biliyorum. (Hidrojeni, 1 elektron vermiş helyumu, 2 elektron vermiş lityumu açıklayabiliyor) Ama çok elektronlu tanecikleri açıklayamıyor diye biliyorum.

Ö1: Bohr atom modelinde elektronların çekirdek etrafında dairesel olarak döndüğünü söylüyor bu bir eksikliği, birde bu elektron hareketini tek elektronlu yapılar için açıklamış fakat iki ve daha fazla elektronlu yapıları tam olarak açıklayamamıştır.

Ö5: Bohr atom modeli daha çok küçük atom numaralı atomları incelemiştir, fazla atom numaralı atomların incelenmesinde kullanmak için elverişli değildir.

Bir öğretmen adayı orbitallerden bahsetmeyişi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Orbitallerin olmayışı eksikliği ama nasıl ortaya çıkarıldı bilmiyorum.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Bohr atom modelinin öğrencilerde kalıcılığını sağlamak için hangi analogileri kullanabilirsiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının altısının "güneş sistemini kullanabilirim" şeklinde, ikisinin "koşu pistinde koşan atletler ile ifade ederdim" şeklinde cevap verdiği, altısının bu soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Elde edilen mülakat bulguları tablo 45 de verilmiştir.

Tablo 45 incelendiğinde altı öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA5: Bohr içinde şimdiye kadar hiç analogi önermedim bilmiyorum.

ÖA19: Hiç düşünmedim. Aklıma bir şey gelmiyor.

Tablo 45

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modelini Anlatırken Kullandıkları Analogiler ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	6	-
Top, boncuk ve tellerle model yapabilirim.	1	-
Güneş sistemini kullanabilirim.	6	1
Koşu pistinde koşan atletler ile ifade ederdim.	2	2
Bilgisayardan animasyonlar gösterirdim. (EBA)	1	2
Oyun oynatırdım.	1	-
Üzümlü kek.	1	-
Hulahop çeviren kızısı örnek verebilirim.	1	-

Tablo 45'de görüldüğü gibi bir öğretmen adayı top, boncuk ve tellerle model yapabilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Zamanımızda atom modeli dediğimizde herkes Bohr'u gösteriyor çünkü elektron bulutu çizmek göstermek zor oluyor galiba. Modellemeyi telle yapardım diyeceğim ama basit olacak. Köpük toplar kullanarak çekirdekdeki protonları nötronları gösterebilirim, boncuklarla yörüngelerdeki elektronları gösterebilirim boncuklar tel üzerinde hareket edeceğinden elektronların hareketli oluşunu da gösterebilirim.

Altı öğretmen adayı ve bir öğretmenin Bohr atom modelini anlatırken kullanacakları analogiyi "güneş sistemini kullanabilirim şeklinde" ifade ettikleri görülmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Güneş sistemini örnek vereceğim aslında tam uymuyor ama gezegenlerin farklı farklı hareket ettiğini düşünecek olursak. Sabit bir yörünge etrafında değil de, yaklaşıp uzaklaştığını üç boyutlu bir dönme yaptığını düşünürsek bu örneği verebilirim.

ÖA4: Katmanlı bir yapı mesela dünyanın katmanlı yapısı örnek olarak verebilirim. Her bir tabakayı bir yörünge olarak düşünürsek merkezinde de çekirdeğin olduğunu, her bir katman üzerinde de elektronların olduğunu düşüneceğimiz bir analogi verebilirim. Veya güneş sistemi olabilir. Merkezde güneşi çekirdek olarak verebilirim, gezegenleri elektron olarak gösterebilirim fakat yörüngeleri elips şeklinde değil dairesel olarak verebilirim. Ve yörüngelerde bulunan elektronların sayısını da ifade etmek gerekecektir.

Ö2: Direkt evrene benzetirdim. Güneş sistemine gösterirdim. Merkezde bir güneş (çekirdek) ve güneş etrafında dönen gezegenler (elektronlar) şeklinde ifade ederdim.

İki öğretmen adayı ve iki öğretmen koşu pistinde koşan atletleri gösteririm şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Yarış pistindeki atletizmciler derdim. Sahanın ortası çekirdek derdim. Koşan adamlara elektron derdim. Bu atletizmcilere koştukları anda kuvvet uygulardım ve bir sonraki kulvara atardım buda elektronların hareketini gösterirdi diye düşünüyorum. Pist yuvarlak olacak elips şeklinde olmayacak.

Ö1: Koşu parkurundan bahsedebilirim. Bunu şöyle açıklaım sahanın ortasına bir tenis topu koyarsam bu çekirdeği temsil eder derim. Koşu parkurunun da yuvarlak şekilde olduğunu düşünürsek o da elektronların hareket ettiği yörüngeleri temsil eder derim koşu yapan atlet ise elektronu temsil eder şeklinde ifade ederim.

Bir öğretmen adayı ve iki öğretmen animasyon gösteririm şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA12: Bilgisayardan animasyonlar açıp izletirim başka türlü net bir şekilde ifade edemem ama animasyon ve simülasyonla bunu gösterebilirim çok kalıcı olacağına da inanıyorum.

Ö3: Küçük bir kürecik çizip içinde pozitif yükleri gösteririm, etrafına da kat kat yarıçapları birbirlerinden farklı olan çemberler çizerek üzerlerinde negatif yüklerin olduğunu gösteririm. Ya da en kolayı animasyon kullanırım.

Ö4: Elektronların hareketi sırasındaki yapmış oldukları davranışları ifade eder Bohr atom modeli bunu da yine animasyonlar ve flash uygulamalar ile öğrenciye aktarmaya çalışıyorum.

Bir öğretmen adayı oyun oynatırım şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Sıraları X şeklinde dizer bende ortaya geçerdim, kendimi çekirdek olarak ifade derdim ve proton ve nötrona sahip olduğumu söylerdim. Sıralara da kız öğrencileri koyardım elektronu temsilen ve sırayla birer sıra ilerlemelerini bir ön bir öne şeklinde yer değiştirmelerini isterdim. Bu şekilde de çekirdeğe yaklaşma ve uzaklaşma hareketini de göstermiş olurdum.

Bir öğretmen adayı üzümlü kek gösterebilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA14: Üzümlü keki örnek gösteririm. Başka aklıma gelen bir analogi yok.

Bir öğretmen adayı hulahop çeviren kız örneğini veririm şeklinde açıklama yapmıştır. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA15: Hulahop çeviren kız örneğini bunun içinde verebilirim. Bu sefer hulahopu kız çeviriyor olacak ve hulahop üzerinde hareketli boncuklar olacak. Boncuklar elektronları temsil eder,

hulahop hareketli yörüngeyi, kız ise içinde proton ve nötronların bulunduğu çekirdeği temsil eder.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Bohr atom modelinin kimyaya katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının yedisinin "modern atom modeli için bir basamak oluşturmuştur" şeklinde, üçünün ise "yörünge sisteminden bahsedilmiştir." şeklinde cevap verdiği, beşinin bu soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Elde edilen mülakat bulguları tablo 46 da verilmiştir.

Tablo 46

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modelinin Kimyaya Katkısı ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	5	-
Yörünge sisteminden bahsedildi.	3	4
Modern atom modeli için basamak oluşturmuştur.	7	1
Bütün parçacıklardan bahseder ve bütün maddelerin keşfine sebep olmuştur.	1	-
Nötronun bulunması katkısı olmuştur.	1	-
Enerji seviyelerini bulması.	1	-
Elektronların hareketli oluşundan bahsetmesi ve kimyasal bağların elektronlar üzerinden yürüdüğünü açıklaması katkısı olmuştur.	1	-

Tablo 46 incelendiğinde beş öğretmen adayının konuyu bilmedikleri görülmektedir.

Yedi öğretmen aday ve bir öğretmen modern atom modeli için basamak oluşturmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA9: Atomla alakalı günümüzde bildiğimiz modele en yakın model olduğu için Modern atom modelinin bulunmasında en basamak olmuştur.

ÖA13: Elektronlar hakkında en fazla bilgiye Bohr zamanında ulaşıldı ve Bohr'un modeli üzerine yapılan çalışmalar ile modern atom modeli ortaya çıktı.

ÖA18: Modern atom modeli öncesinde mevcut olan tüm bilgileri derleyip toplamış olmasını katkı olarak söyleyebilirim.

Ö4: Modern atom modelinin ortaya atılması için basamak oluşturmuştur. Burada kullanılan ışına metodu vasıtasıyla çeşitli cihazlar yapılmıştır. Bu bilgi çağımızda çoğu cihazın, makinenin fikir babasıdır.

Üç öğretmen adayı ve dört öğretmen yörünge sisteminden bahsedildi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Elektron hareketlerinin rastgele olmadığını bir yörüngeye sabit olduğunu göstermiştir diyebilirdim.

ÖA19: Yörünge sisteminden ve boşluklu yapıdan bahsetmiştir. Atomun günümüzde kullandığımız haline en yakın modeldir.

Ö3: En önemli katkısı yörünge kavramını ortaya atmasıdır. Zaten modern atom teorisinde de var. Bohr'u Rutherford'dan ayıran en önemli şey yörünge kavramı, yani bu eksi yüklerin neden çekirdeğin üzerine düşmediğini yörünge kavramı ile açıklıyor ve Modern atom modeline en yakın model olduğu için çok önemlidir.

Bir öğretmen adayı bütün parçacıklardan bahseder ve bütün maddelerin keşfine sebep olmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA12: Bu model sayesinde bütün maddelerin keşfine sebep olmuş diyebiliriz. Bütün parçacıklardan bahsetmiş çünkü.

Bir öğretmen adayı nötronun bulunması katkısı olmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Teorinin kimyaya nötronların bulunması, elektronların hareketli oluşları bilgilerine ulaşmamız noktasında katkısı olmuştur.

Bir öğretmen adayı enerji seviyelerini bulması şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Enerji seviyelerini buldu. (Balmer, lyman serileri). Maddelerin birbirine dönüşümü hakkında bilgi vermiş olabilir. Örneğin Lityum 3 dersek ve üçüncü elektrona enerji vererek bir elektronunu kopartıp helyuma benzetebiliriz.

Bir öğretmen adayı elektronların hareketli oluşundan bahsetmesi ve kimyasal bağların elektronlar üzerinden yürüdüğünü açıklaması katkısı olmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA5: Elektronun hareket halinde olduğundan, protonun hareketsiz olduğundan bahsetmesi büyük katkısı, bundan dolayı da kimyasal bağların elektronlar üzerinden yürüdüğünü açıklıyordur diye düşünüyorum.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Bohr atom modelinin günümüzde geçerliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının yedisinin "günümüzde geçerli değil" şeklinde, beşinin "bazı

özellikleri ile günümüzde de geçerli" şeklinde, birinin ise "günümüzde hala geçerli kullanıyoruz" şeklinde cevap verdiği, altısının ise bu soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 47 de verilmiştir.

Tablo 47

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modelinin Günümüzde Geçerliliği ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	6	-
Günümüzde geçerli değil.	7	2
Bazı özellikleri günümüzde de geçerli.	6	3

Altı öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir.

Yedi öğretmen aday ve iki öğretmen günümüzde geçerli değil şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Günümüzde geçerliliği yok çünkü modern atom teorisi bulunmuş.

ÖA9: Teori günümüzde geçerli değil fakat büyük oranda günümüzdeki modele yakın.

ÖA10: Elektronların yörüngelerdeki hareketi ile alakalı bilgi verdi ama hala eksikler var dolayısı ile geçerli değil.

ÖA18: Günümüzde modern atom modeli geçerli bu modeli sadece süreci ifade ederken kullanıyoruz.

Ö4: Günümüzde yörünge kavramı yoktur, dolayısı ile geçerli değildir.

Altı öğretmen aday ve üç öğretmen bazı özellikleri ile hala geçerli şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Elektronların enerji farklılıklarından bahsederken, bunların farklı yörüngelere geçişlerindeki ışıma olaylarından bahsedeceksek diğer eksiklikleri göz ardı edersek hala kullanabiliriz.

ÖA6: Birkaç basit yapı atom için hala geçerli. Mesela hidrojen için bütün söylediklerini ispatlayabildi. Ama çok elektronlu atomlar için bu geçerliliği yok.

ÖA12: Günümüzde hala geçerli. Kullanıyoruz şu anda.

ÖA13: Yine çekirdek ve elektronlar geçerli sadece elektronların hareketleri ile alakalı son bilgiler mevcut değil.

Ö3: Günümüzde hala geçerli olan kısımları var fakat çok elektronlu yapıları açıklayamadığı için yetersiz kalıyor. Çünkü biliyoruz ki hidrojen dışındaki atomların birden fazla elektronu var ve bunları açıklayamamıştır. Dolayısı ile günümüzde de geçerliliğini yitirmiştir.

Ö5: Günümüzde yörünge kavramını kullandığımız için geçerliliğini bir nebze de olsa koruyor.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Sommerfeld, Bohr'un atom modelinde ne gibi değişiklikler yapmıştır?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının on üçünün "Sommerfeld ismini duymadım" şeklinde, üçünün "isimden hatırlıyorum ama ne gibi bir değişiklik önerdiğini bilmiyorum" şeklinde cevap verdiği, üçünün ise soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Elde edilen mülakat bulguları tablo 48 de verilmiştir.

Tablo 48

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Sommerfeld'in Bohr Atom Modelinde Yaptığı Değişiklikler ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
İsimden hatırlıyorum ama ne gibi bir değişiklik önerdiğini bilmiyorum.	6	1
Sommerfeld ismini duymadım.	13	4

Tablo 48 incelendiğinde altı öğretmen aday ve bir öğretmenin isimden hatırlıyorum ama ne gibi bir değişiklik önerdiğini bilmiyorum şeklinde ifade ettiği gözlenmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Sommerfeld'i duydum fakat ne yaptığını nasıl bir değişiklik önerdiğini bilmiyorum.

ÖA5: İsimden duydum ama ne yaptı ne önerdi hiçbir fikrim yok.

Ö3: Duydum bu ismi ama hatırlamıyorum ne iş yaptığını da bilmiyorum.

13 öğretmen aday ve dört öğretmen Sommerfeld ismini duymadım şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA7: Sommerfeld ismini hiç duymadım, hatırlayamadım, bilmiyorum. (Bohr atom modelinde değişiklik yapan kişi, ne değişiklik önermiştir şeklinde sorduğumda) Elektronların itme ve çekme kuvvetlerinden dolayı hareketini küresel bir şekilde sadece belli bir çember istikametinde değil xyz gibi farklı düzlemlerde de hareket ettiğini söylüyor olabilir.

ÖA14: Bu isimde birini hiç duymadım. Ama Thomson atom modelini bulduktan sonra modern atom modelinden önce nötronun bulunmasını sağlayan kişi olabilir, net olarak bilmiyorum. Yorum yapıyorum sadece.

ÖA18: Sommerfeld diye birini duymadım ne yaptığını da bilmiyorum.

Ö1: Bununla alakalı bir bilgim yok, hiç duyduğumu hatırlayamadım.

Ö2: Sommerfeld diye birini hiç duymadım, belki de duydum ama şu anda hiçbir şey çağrıştırmıyor.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Günümüzde kullandığımız modern atom modeli ile Bohr atom modeli arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının sekizinin "modern atom modelinde elektronların bulunma olasılıklarının fazla olduğu yerlerden bahsediyoruz" şeklinde cevap verdiği, on birinin ise bu soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 49 da verilmiştir.

Tablo 49

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Bohr Atom Modeli ile Modern Atom Modeli Arasındaki Farklılıklar ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	11	1
Modern atom modelinde elektronların bulunma olasılıklarının fazla olduğu yerlerden bahsediyoruz.	8	3
Modern atom modeli çok elektronlu yapıları da açıklıyor	-	1

11 öğretmen adayı ve bir öğretmen konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Modern atom modelini tam olarak hatırlamadığım için benzerlik farklılıkları nedir tam bilmiyorum.

ÖA12: Benzerlikleri yörüngeler, proton, nötron, elektronlar. Farklılıkları da mutlaka vardır ama bilmiyorum.

Ö4: Net bir şey söyleyemeyeceğim. Atomlarda meydana gelen enerji geçişleri ve ışımlar benzerdir.

Sekiz öğretmen adayı ve üç öğretmen modern atom modelinde elektronların bulunma olasılıklarının fazla olduğu yerlerden bahsediyoruz şeklinde cevap vermiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Günümüzde kullandığımız modern atom teorisini kimin ortaya attığını bilmiyordum fakat siz sorunca şimdi Sommerfeld'in ortaya attığını düşünmeye başladım. Elektron bulutundan bahsediyoruz, Elektronun yerini ve zamanını aynı anda belirleyemeyeceğimizden bahsediyoruz. Orbitallerden bahsediyoruz yani elektronların bulunma olasılığının fazla olduğu yerler.

ÖA4: Modern atom modelinin en temel farkı, Bohr da yörüngelerden bahsettik ama modern atom teorisinde yörüngelerden bahsedemeyiz, yerine orbitaller (yörüngemsiler) girer işin içine ve yerlerini kesin belirleyemiyoruz fakat muhtemel bulunabilecekleri yerlerden bahsediyoruz kesin yerlerini bilmiyoruz.

ÖA19: İkisinin de çekirdekten bahsetmeleri ve çekirdekte proton ve nötrondan bahsetmeleri, çekirdek etrafında elektronların varlığından bahsetmeleri ortak yanları. Farklı yanları ise elektronların bulunma durumları, hareketleri olarak sayabilirim.

Ö1: Çekirdekte proton ve nötronların bulunması, onun etrafında elektronların bulunması benzerlikleri, farkı ise orbital kavramından Bohr'un bahsetmemesi, elektronların hareketi ile ilgili doğru bilgileri verememesi.

Ö2: Benzerlikler var, aslında modern atom modelini çizerek anlatırken de basitçe bir Bohr atom modeli çizerek anlatıyoruz çocuklara, çünkü yörünge kavramını ve elektron alışverişlerini de Bohr ile açıklıyoruz. Çünkü katmanlarla çizip gösteriyoruz. Elektron bulutu desek dersin bazı yerlerinde belirsizliklere sebep olabiliriz. Ama eksikliği net bir şey söylemiş olması ve burada yanlışla düşmüş olması.

Ö5: Bohr atom modelinde sadece yörünge kavramı var, Günümüzde kullandığımız modelde elektron bulutu kavramı var.

Bir öğretmen modern atom modeli çok elektronlu yapıları da açıklıyor şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

Ö3: Farklılık var mesela modern atom modeli çok elektronlu yapıları açıklıyor ama Bohr sadece tek elektronlu yapıları açıklayabilmiştir.

7. Kimya Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının Modern Atom Kuramı ile İlgili Kavramsal Anlamaları Nasıldır ve Bu Kuramı Anlatmada Kullanacakları Analogiler Nasıldır?

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Heisenberg'in belirsizlik ilkesi neyi anlatır?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarından onbirinin "elektronun hızını ve konumunu aynı anda bilemeyişimiz" şeklinde, dördünün "Heisenberg'in belirsizlik ilkesini duydum ama neyi anlatır bilemiyorum" şeklinde, ikisinin ise "elektronun yerini tam olarak bilemediğimizi söylemiştir" şeklinde cevap verdiği gözlenmiştir. Öğretmen adaylarından biri bu soruya cevap verememiştir. Elde edilen mülakat bulguları tablo 50 de verilmiştir.

Tablo 50

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Heisenberg Belirsizlik İlkesi ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum.	5	-
Elektronun hızını ve konumunu aynı anda bilemeyişiimizi	13	5
Elektronları orbitallere sırasıyla yerleştirmemiz gerektiğini söylüyordu.	1	-

Beş öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Elektronların tam olarak nerede olduğunu bilmiyorlardı. Sanırım yerini tespit ederken bu ilkeyi kullanıyorlardı. Ama tam hatırlamıyorum.

ÖA11: Heisenberg'i duydum fakat kim olduğunu ve ne dediğini bilmiyorum.

ÖA12: Belirsizlik ilkesi olarak biliyorum ama tam olarak ne olduğunu bilmiyorum.

13 öğretmen adayı ve beş öğretmen elektronun hızını ve konumunu aynı anda bilemeyişiimizi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Belirsizlik ilkesi atomda bulunan elektronun hızını ve konumunu aynı zamanda bilemeyiz diyordu ve bunu bildiğim kadarı ile matematiksel olarak ispatlıyordu. Yerini belirlersek hızını, hızını bilirsek yerini bilemeyiz diyordu yani ikisini aynı anda bilmemiz mümkün değil diyordu.

ÖA4: Hızı yüksek kütlesi çok küçük elektron gibi taneciklerin yeri ve hızı hakkında aynı anda kesin bir şey konuşamıyoruz. Belirsizlik ilkesi bize bunu söylüyor.

ÖA19: Belirsizlik ilkesini ifade etmiştir. Elektronun aynı anda hem hızının hem de konumunun bilinmemesine belirsizlik ilkesi diyor. Yani hızını bilirsek konumunu, konumunu bilirsek hızını bilemeyiz. İkisi aynı anda elektronun çok hızlı ve gelişi güzel bir hareket yapmasından kaynaklı bilinmez.

Ö1: Elektron kadar küçük taneciklerin aynı anda hem bulundukları yeri hem de hızlarının hesaplanamayacağından bahsetmiştir. Yani ikisini bir arada bilemeyiz.

Ö4: Bir elektronun hem hızını hem yerini aynı anda hesaplayamıyor olmamızı ifade eder belirsizlik ilkesi, hızını ölçeceğimiz zaman yerinden, yerini bulacağımız zaman hızından feragat etmemiz gerekir.

Bir öğretmen adayı elektronları orbitallere sırasıyla yerleştirmemiz gerektiğini söylüyordu şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Belirsizlik ilkesi elektronları orbitallere sırasıyla yerleştirmemiz gerektiğini söylüyordu diye hatırlıyorum.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Elektron bulutu modeli nedir? Nasıl anlamlandırılır?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının on birinin "elektronların bulunma olasılığının fazla olduğu yerlere denir" şeklinde, ikisinin ise "eşlenmemiş, bağ yapmamış elektronlara denir" şeklinde cevap verdiği, üçünün de sorulan soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Elde edilen bulgular tablo 51 de verilmiştir.

Tablo 51

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Elektron Bulutu ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	3	-
Elektronların bulunma olasılığının fazla olduğu yerlere denir.	11	5
Atomun etrafındaki elektronların belli bir hızla sürekli hareket ettiğini ifade eder.	1	-
Eşlenmemiş, bağ yapmamış elektronlara elektron bulutu diyoruz	2	-
İçinde elektronların olduğu bulut gibi bir yapı olduğunu biliyorum.	1	-
Elektronlar çekirdeğe yaklaşıp uzaklaşınca oluşan çekim, elektriksel çekimden kaynaklı bir kuvvet diyebilirim.	1	-

Tablo 51'de üç öğretmen adayının konuyu bilmediklerini ifade ettiği görülmektedir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

*ÖA16: Duydum ama nasıl bir şey olduğunu bilmiyorum. (Orbital diye bişey duydun mu?)
Duydum ama ifade edemiyorum. Sanırım benden öğretmen olmayacak.*

Bir öğretmen adayının atomun etrafındaki elektronların belli bir hızla sürekli hareket ettiğini söyler şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA17: Atomun etrafındaki elektronlar belli bir hızla sürekli hareket halinde olduğunu ifade eder ama net bir şekilde açıklayacak bilgim yok.

11 öğretmen adayının ve beş öğretmenin elektron bulutunun elektronların bulunma olasılığının fazla olduğu yerlerdir şeklinde ifade ettiği gözlenmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Elektron bulutunu orbitallerle anlamlandırıyoruz. S, P orbitalleri, kuantum sayıları (n, l, ml, ms) ile anlamlandırıyoruz. Bunlarla orbitalin uzaydaki yönelimi, elektronun orbital içinde hangi tarafa döndüğü (saat yönü veya tersi) belirliyoruz.

ÖA4: Elektronların yerini net bir şekilde belirleyemediğimiz için, elektronların bulunma ihtimallerinin olduğu bölgeler diyebilirim. Yüksek hızından dolayı elektronun an itibari ile nerede olduğunu bilemediğimizden fakat bulunma ihtimallerinin olduğu yerlerden bahsedebiliyoruz bu bölgelere de elektron bulutu diyoruz.

ÖA5: Orbitaller birbirlerine girişkenlik yapıyor ve orbitaller içinde elektronlar çok hızlı hareket ediyor. Orbital içinde belli bir yoğunlukta bulundukları uç kısımları var bu durumlardan ve hareketten dolayı bir karmaşıklık oluşuyor buna ise elektron bulutu diyoruz. Lisede girişkenlikten kristal alan teorisinden hiç bahsetmiyoruz sadece bir çizim yapıp geçiyorum. Ortada bir çekirdek etrafını da bulut şeklinde karalıyorum.

ÖA11: Bulut gibi bir yapı olduğunu düşünüyorum içerisinde eksi yüklerin olduğunu biliyorum. Başka türlü canlandıramıyorum.

Ö2: Tam yeri bulunamayan elektronların, nerde olabilecekleri ile alakalı bir yer göstermek durumunda farklı enerji seviyelerinde farklı katmanların her an her yerinde olabileceklerini açıklayan bir kavramdır.

Ö3: Elektronlar yerinde durmuyor sürekli yörünge etrafında hareket ediyor, bu sürekli hareketinden dolayı da bunu bir buluta benzetiyorlar. Elektronların daha çok bulundukları yoğunlaştıkları yer olarak diyebilirim. Elektronlar dönerken bir an durdurma imkanımız olsa ve elektronların nerede olduklarını görebilme imkanımız olsa gözlemleyeceğimiz o yere elektron bulutu deriz.

İki öğretmen adayı eşlenmemiş, bağ yapmamış elektronlara elektron bulutu diyoruz şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA12: Biz bir atomu Lewis elektron yapısına göre gösterirken, yan yana iki nokta geldiği zaman, eşleşmiş elektron çifti sayıyoruz bunu. Bu eşleşmiş elektron çiftine de elektron bulutu diyoruz. Yani bunlarında bağ yapma konusunda etkileri var. Mesela bağ yaptığı anda atomlar eğer eşleşmiş elektron çifti yani elektron bulutu varsa burada bağların açılarını değiştiriyordu.

ÖA14: Elektron bulutunu konfigürasyonlarda duydum. Eşlenmemiş, bağ yapmamış elektronlara elektron bulutu diyoruz. 1. katman elektron bulutu, 2. katman elektron bulutu diye bahsediliyordu yanılmıyorsam. Ama tam hatırlamıyorum.

Bir öğretmen adayı içinde elektronların olduğu bulut gibi bir yapı olduğunu biliyorum şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA10: Bulut gibi bir yapı olduğunu düşünüyorum içerisinde eksi yüklerin olduğunu biliyorum. Başka türlü canlandıramıyorum.

Bir öğretmen adayı elektronlar çekirdeğe yaklaşp uzaklaşınca oluşan çekim, elektriksel çekimden kaynaklı bir kuvvet diyebilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA9: Elektron bulutundan ziyade yük bulutu olarak biliyorum. Proton artı yüklü elektron eksi yüklü olduğu için arada bir yük bulutu oluşuyor. Atom içinde bulunan yüklerin yoğunluğu diyebilirim. Yani elektronlar çekirdeğe yaklaşp uzaklaşınca oluşan çekim, elektriksel çekimden kaynaklı bir kuvvet diyebilirim.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Modern atom teorisi nedir? Nasıl türetilmiştir?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının sekizinin "en son ortaya atılan, günümüzde kullandığımız modeldir" şeklinde cevap verdiği, yedisinin ise cevap veremediği gözlenmiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 52 de verilmiştir.

Tablo 52

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Modern Atom Teorisi ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	7	-
En son ortaya atılan günümüzde kullandığımız modeldir.	8	3
Thomson'un modelinden türetilen modeldir.	1	-
Birçok kişinin üzerinde çalıştığı, Bohr'un modelinin eksiklerini tamamlayan bir modeldir.	1	2
Elektronun ve Protonun atomda bulunduğu yerleri ifade eden modeldir.	2	-

Yedi öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Bu konuyla ilgili bilgim yok.

ÖA6: Nasıl türetildiğini bilsem gerisini getiririm ama bilmiyorum.

Tablo 52 incelendiğinde sekiz öğretmen adayı ve üç öğretmen en son ortaya atılan günümüzde kullandığımız modeldir şeklinde ifade ettiği gözlenmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA7: Atom teorilerinin en son halidir, elektronların küresel halde birden fazla farklı düzlemlerde hareket ettiğini gösteren bir teoridir. Bohr atom teorisinden çıkış yapılmıştır, Bohrdaki elektronun hareketi sadece belli bir düzlemde hareket ediyordu fakat birden fazla düzlemde küresel olarak hareket ettiği anlaşılmıştır. Bohr basamak olmuştur.

ÖA9: Atom teorilerinin en gelişmiş halidir. Burada elektronların bulunma ihtimallerinin olduğu yerlerden ve hareketlerinden, çekirdekten proton ve nötronlardan, boşluklu yapıdan bahsedilmiştir.

ÖA17: Elektronların bir çekirdek etrafında hareket ettiği fakat bulunma olasılığının yüksek olduğu bölgelerde bulunduğu, boşluk içeren, son olarak kullandığımız modeldir. Kendinden önceki modeller baz alınarak türetilmiş bir modeldir.

Ö3: Bohr atom teorisinden sonra bazı şeylerin daha çok netleşmesi ile türetilmiş bir teoridir. Çok elektronlu atomları ifade edebilmiş günümüzde bildiğimiz tüm parçacıklardan bahsetmiş bir teoridir.

Ö4: Günümüzde kullanılan atom modelidir. Atom modellerinin zirvesidir diyebilirim. Bu model daha önceki yapılmış çalışmaların üzerine ilaveler yapılarak ortaya çıkmıştır.

Ö5: Quantum modelinden faydalanarak ortaya atılmış bir modeldir.

Bir öğretmen adayı Thomson'un modelinden türetilen modeldir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA14: Thomson sonuçta elektriksel modeli bulmuştu. Thomson'un modelinden türetilmiştir.

Bir öğretmen adayı ve iki öğretmen birçok bilim insanının üzerinde çalıştığı, Bohr'un modelinin eksiklerini tamamlayan bir modeldir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Birçok isim bununla alakalı çalışmıştır. Bu çalışmalar birleşince Bohr'un eksikliklerini tamamlayan yeni bir model ortaya çıkmış.

Ö1: Tek başına bir kişinin ifade ettiği bir şey değildir, birçok kişinin yaptıkları deneylerle ve gözlemlerle ifade edilmiş bir şeydir. Mesela elektron bulutu olayı gibi. Modern atom modelinde Bohr da olduğu gibi elektronların daire bir yörüngede hareket etmediği hem tanecik hem de dalga hareketi yaptığı için daha geniş bir alanda hareket ettiğini söylemiş, burada da elektronların bulunma olasılığının en fazla olduğu yerlere de orbital denmiştir.

Ö2: Modern atom teorisi aslında bütün modellerin bir toplamıdır diyebilirim. En son Heisenberg ile birlikte modern atom modeli ifade edilmiştir. Şöyle denmiştir, atomun merkezinde yüksüz nötronlar ve protonlar vardır, çekirdek etrafından boşluk ve burada farklı enerjilerde elektronlar dağılmıştır ve çok hızlı bir hareket halindedir. Elektronların hem hızı hem de yeri aynı anda bilinmediği için bunların bulundukları yeri bulut tabiri ile ifade edilmiştir. Bu elektron bulutları da farklı enerji seviyelerine göre düzenlenir şeklinde bir teoridir.

İki öğretmen adayı elektronun ve protonun atomda bulunduğu yerleri ifade eden modeldir şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA4: Merkezinde çekirdek olan etrafında elektronların hareket ettiği, Elektronların artık yörüngede değil de orbitallerde bulunduğu ifade edilen teoriye denir. Elektronların yerini bilmiyoruz fakat büyük ihtimalle bulunabileceği bir hacimden bahsediyoruz. Türetilmesi ise, Bohr atom modelini yıkan Heisenberg in belirsizlik ilkesi üzerine Schrödinger denkleminde muhtemel yerleri belirlemiş muhtemel hacimlere orbital demişiz. Burada bulunabilecek elektronları, kaç tane olacağı ve yönelimleri noktasında yerleştirmişiz.

ÖA16: Küre şeklindedir. İçi dolu küreden bahsediliyor ama boşluklarda var. İçinin neyle dolu olduğunu bilmiyorum. Elektronlarda protonlarda Atomun dışında bulunuyor.

Tablo 53

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Zihinlerindeki Modern Atom Modeli Çizimleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı Çizimleri	(f)	Öğretmen Çizimleri	(f)
Bilimsel modele uygun çizimler		6		5
Bilimsel olmayan çizimler		7		-
Bilmiyorum		6		-

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Modern atom modelini zihninizde canlandığı şekliyle çizebilir misiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelenmiş, elde edilen bulgular iki kategori altında toplanıp tablo 53'de verilmiştir.

Tablo 53 incelendiğinde altı öğretmen adayının ve beş öğretmenin bilimsel modele uygun olarak modern atom modelini çizdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının yedisi bilimsel olmayan çizimler yapmış iken altı öğretmen aday (ÖA8, ÖA9, ÖA11, ÖA17, ÖA18 ve ÖA19) çizim yapamamıştır.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Modern atom modelinin öğrencilerde kalıcılığını sağlamak için hangi analogileri kullanabilirsiniz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının ikisinin "simülasyon ve animasyon kullanırım" şeklinde, ikisinin "oyun oynatırım" şeklinde cevap verdiği gözlenmiştir. Katılımcıların on

ikisinin ise bu soruya cevap veremediği gözlenmiştir. Elde edilen bulgular tablo 54 de verilmiştir.

Tablo 54

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Modern Atom Teorisini Anlatırken Kullandıkları Analogiler ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	12	1
Simülasyon ve animasyon kullanırım.	2	3
Dört yapraklı yonca'yı verebilirim.	1	-
Güneş sistemi olabilir.	1	-
Oyun oynatırım.	2	-
Fındıklı ve akışkan kremalı çikolatayı örnek verebiliriz	1	-
Sis bulutunu örnek verebilirim	-	1

12 öğretmen aday ve bir öğretmen konuyu bilmediklerini ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Bunun için hiç düşünmedim daha öncesinde duymuş olduğum da bir şey yok.

ÖA4: Bunun analogisi gerçekten zor daha önce düşünmemiştim.

ÖA14: Buna nasıl bir analogi verebilirim bilmiyorum. Çok kompleks bir yapı.

ÖA19: Sanırım benzeşim kullanamam. Hayal edemiyorum ki.

Ö3: Aklıma çok bir şey gelmedi ama küre şeklinde bir çekirdek ve bunun etrafında belli yörüngelerde dönen ve sürekli hareket halinde olan elektronları hayal etmelerini ifade ediyorum. Aslında bunun gösterimi ifadesi zor ama bu şekilde söyleyebilirim.

İki öğretmen aday ve üç öğretmen simülasyon ve animasyon kullanırım şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Kendim modelleyemem simülasyon veya animasyonlarla gösterebilirim.

ÖA12: Elektronların hareketlerini göstermem gerekecek en güzel yolu bilgisayardan animasyon hazırlamak veya hazır olanları izlettirmek olur.

Ö1: Ortada yuvarlak bir küre onun etrafında halkalar şeklinde toz bulutları şeklinde ifade ederim sanıyorum. En güzeli animasyon kullanmak.

Ö2: Özellikle verebileceğim bir analogi yok ama akıllı tahtada bu modeli gösteren animasyonlar ve videolar oluyor onları gösteriyorum. Genelde yabancı oluyor bu kaynaklar ama orada gözlemlerken bende ifade ediyorum neyin ne olduğunu akıllarında daha iyi kalıyor yoksa anlaması güç bir konu.

Ö4: Normalde bunun için bir analogi kullanamam ama iyi ki animasyonlar var.

Bir öğretmen adayı dört yapraklı yonca'yı örnek verebilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Dört yapraklı yonca örnek olarak verebilirim. Yaprakları elektron bulutlarını ifade ediyor. Uç kısımları elektronların bulunma olasılığının fazla olduğu yerler, elektronların olduğu yerler. Burada olmalarının sebebi de bileşik yaparken kararlı olmalarından dolayı. Kolay bileşik yapmaları için.

Bir öğretmen adayı güneş sistemini gösterebilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA7: (Uzun süre düşündükten sonra) güneş sistemi de olabilir daha önce düşünmemiştim ama.

İki öğretmen adayı oyun oynatırım şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan birinin ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA13: Oyunla ifade edebilirim. Merkeze bir çekirdeği temsilen bir şey koyarım, Elektronları temsilen öğrencileri dağıtırım ve sürekli hareket etmelerini söylerim. Sonradan dışarıdan bir etki uygular ve elektronların kopmalarını gösteririm.

Bir öğretmen adayı fındıklı ve akışkan kremalı çikolatayı örnek verebiliriz şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA18: Güzel bir analogi olmayabilir ama şu anda aklıma gelen şey kedi üzerindeki pirelerin hareketini gösterebilirim sanırım. Kediyi çekirdek olarak söylerim, pirelerde çok hızlı hareket ettiklerinden bunları da elektron olarak düşünebiliriz. Bununla alakalı analogi bulmak çok zor. Belki fındıklı ve akışkan kremalı çikolatayı örnek verebiliriz. Fındık çekirdeği temsil etse, fındık etrafındaki dolgu kısmını boşluk olarak düşünsek en dıştaki sert çikolata kısmı da elektronların bulunma olasılığının olduğu yerler olarak ifade edebilirim.

Bir öğretmen sis bulutunu örnek verebilirim şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

Ö5: Sis bulutunu düşünebiliriz. Sis bulutunda nasıl küçük tanecikler varsa çekirdek etrafında da bu bulut şeklinde tanecikler bulunur ve çok hızlı hareket ederler.

Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yöneltilen "Modern atom teorisinin kimyaya katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?" sorusuna alınan yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının yedisinin "atom modellerinde gelinen son nokta" şeklinde, ikisinin kimyanın gelişmesinde katkısı olmuştur" şeklinde, ikisinin "maddenin yapısını anlamamızda katkısı olmuştur" şeklinde, ikisinin "orbitallerden, elektronların bulunma olasılığının fazla olduğu yerlerden bahsetmiş olması" şeklinde, ikisinin ise "bağ yapımını açıklamada katkı

sağlamıştır" şeklinde cevap verdiği gözlenmiştir. Bu soruya dört öğretmen adayı cevap verememiştir. Mülakatların analizinden elde edilen bulgular tablo 55 de verilmiştir.

Tablo 55

Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Modern Atom Teorisinin Kimyaya Katkısı ile İlgili Fikirleri

Kategoriler	Öğretmen Adayı (f)	Öğretmen (f)
Bilmiyorum	4	-
Atom modellerinde geline son nokta.	7	2
Kimyanın gelişmesinde katkısı olmuştur.	2	1
Maddenin yapısını anlamamızda katkısı olmuştur.	2	2
Orbitallerden elektronların bulunma olasılığının fazla olduğu yerlerden bahsetmiş olması.	3	-
Bağ yapımını açıklamada katkı sağlamıştır.	1	-

Dört öğretmen adayı konuyu bilmediklerini ifade etmiştir.

Yedi öğretmen adayı ve iki öğretmen atom modellerinde geline son nokta şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcılardan bazılarının ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA2: Atomla alakalı her şeyi açıklamış, günümüzde kullanılan atom modeli olması bilime en büyük katkısıdır.

ÖA:10 En son atom modeli olması ile büyük bir adımı tamamlamıştır. Elektron hareketlerinin bir yörünge ile sınırlandırılmadığını bir akış halinde olduğunu, bulunma ihtimalinin olduğu yerlerde bulunabileceği ifade edilmiştir.

Ö1: Atomun ifade edilişindeki son durum olduğu ve farklı deneylerin ve araştırmacıların çalışmaları sonucu ortaya konulan model olduğu için kimyaya katkısı oldukça fazladır.

Ö2: Kendisi artık modellerde son nokta, tabi kuarklarda bulundu bunları net olarak ifade eden bir model değil ama sanıyorum farklı parçacıklar da bulunabilir ve bunların bulunmasına ise ışık tutan bir modeldir diyebilirim.

İki öğretmen adayı ve bir öğretmen kimyanın gelişmesinde katkısı olmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA9: Kimyada her şey atomun üzerine kurulmuştur. Bundan dolayı bütün kimyasal bilgilerimizin oluşmasında katkı sağlamıştır, temel oluşturmuştur diyebilirim.

ÖA14: Bu konuda ne diyebilirim bilmiyorum. Belki cihazların bulunmasında, kimyanın gelişmesinde etkili olmuştur diyebilirim.

Ö5: Bu çalışma kimyanın gelişmesinde önemli bir kilometre taşıdır.

İki öğretmen adayı ve İki öğretmen maddenin yapısını anlamamızda katkısı olmuştur şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA6: Maddenin yapısını iyice çözmüş olduk artık. Kimyanın ve fiziğin temeli diyebilirim. Elektronların yeri hakkında bilgimiz var, orbitallerini biliyoruz, tepkimelerde nasıl davrandığını biliyoruz, önce hangi orbitalden elektron vermeye başladığını biliyoruz. Bu sayede tepkimeleri öngörebiliyoruz. Veya bunları parçaladığımızda büyük bir enerjinin açığa çıktığını biliyoruz buradan enerji elde ediyoruz.

Ö3: Doğadaki bütün maddeler atomdan oluşuyor ve bizim bunların yapısı hakkında bilgi sahibi olmamız önemli bir olay. Şu anda hala teori yanlışlığı ispatlanmamış ve doğruluğu kabul edilmiş bir teoridir bu yüzden önemlidir.

Ö4: Günümüzde kullandığımız her şeyi neredeyse bu modeli kullanarak açıklayabiliyoruz. Maddenin yapısından tutun da kullanılan sistemlerde, cihazlarda buradan elde edilen bilgiler ışığında faydalanılıyor.

Üç öğretmen adayı orbitallerden elektronların bulunma olasılığının fazla olduğu yerlerden bahsetmesi şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri aşağıda verilmiştir.

ÖA3: Elektronların bulunma ihtimali, hareketleri enerjisinden yararlanarak bileşiklerin oluşması gibi konuları açıklamakta en uygun model fakat öğrenciye anlatmak konusunda ise en zorluk çekilen model budur. Modern atom modelinin anlatması da çizimi de zor model bulmakta zor. Enerji olayını açıklamada, enerji değişimlerini açıklamada daha yardımcı olduğunu düşünüyorum.

ÖA4: Bohr atom modelinden geçişten sonra yörüngenin olmadığı, elektronların elektron bulutu dediğimiz bölgelerde bulunduğunu öğrenmemiz birçok konuyu açıklamamızda fayda sağladı.

Bir öğretmen adayı bağ yapımını açıklamada katkı sağlamıştır şeklinde ifade etmiştir. Bu şekilde görüş bildiren katılımcının ifadesi aşağıda verilmiştir.

ÖA5: Bütün elementlerin kimyasal yapısını anlamamız için önemli bir etken, hibritleşmeyi ortaya çıkarmamız için önemli bir etken, bağ yapımını ortaya çıkarmak için kullanmamız en önemli katkıları.

Mülakattan elde edilen bulguları teyit etmek ve veri çeşitliliği sağlamak amacıyla öğretmen adaylarına Erdamar ve Akkuş (2017) tarafından geliştirilen 27 soruluk atomun yapısı ve atom modelleri ile ilgili iki aşamalı çoktan seçmeli kavramsal başarı testi uygulanmış elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir (Tablo 56 ve 57).

Tablo 56

Öğretmen Adaylarının Modern Kavramsal Başarı Testi Başarı Durumu

Öğretmen Adayı	ÖA1	ÖA2	ÖA3	ÖA4	ÖA5	ÖA6	ÖA7	ÖA8	ÖA9	ÖA10	ÖA11	ÖA12	ÖA13	ÖA14	ÖA15	ÖA16	ÖA17	ÖA18	ÖA19
Doğru Sayısı (f)/27	17	6	22	20	18	18	14	3	12	7	8	8	10	10	7	1	4	9	19

Tablo 57

Konulara göre Kavramsal Başarı Testi Soru Dağılımı

Atom modellerinin tarihsel gelişimi		Dalton Atom Modeli		Thomson Atom Modeli		Rutherford Atom Modeli		Bohr Atom Modeli		Modern Atom Modeli	
Soru No:	Doğru cevap (f)	Soru No:	Doğru cevap (f)	Soru No:	Doğru cevap (f)	Soru No:	Doğru cevap (f)	Soru No:	Doğru cevap (f)	Soru No:	Doğru cevap (f)
S7	4	S1	8	S2	7	S3	10	S10	4	S18	14
		S8	8	S4	7	S6	5	S11	13	S19	13
		S9	7	S5	2			S12	5	S20	10
								S13	14	S21	12
								S14	9	S22	7
								S15	1	S27	4
								S16	13		
								S17	8		
								S23	11		
								S24	3		
								S25	4		
								S26	10		

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde ilk olarak çalışmanın sonuçlarına yer verildi. Çalışmanın sonuçları alanyazında bulunan diğer araştırmalar ile birlikte tartışıldı ve sonra da çalışmanın sonuçları doğrultusunda yapılan önerilere yer verildi.

Çalışmanın Sonuçları

Bu çalışmada kimya öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının atom modelleri ile ilgili kavramsal anlamaları, imajları ve teori anlayışları tespit edilerek, tarihsel süreçte geliştirilen atom modelleri arasında nasıl bir ilişki kurduklarının ortaya konulması, kimya öğretmenlerinin atom modellerini anlatırken varsa kullandıkları analogilerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla katılımcılara yarı yapılandırılmış mülakat formunda hazırlanmış 55 soru yöneltilmiştir aynı zamanda bulguları teyit etmek ve veri çeşitliliğini sağlamak amacıyla konu ile ilgili 27 sorudan oluşan iki aşamalı çoktan seçmeli kavramsal başarı testi uygulanmıştır. Araştırmada mülakatların analizinden elde edilen bulgular incelendiğinde katılımcılar soruların çok az bir kısmına doğru cevap verirlerken çoğunlukla ya kısmen doğru cevaplar vermişler ya da cevapların tamamıyla yanlış olduğu gözlenmiştir. Bu durumun nedeni ile ilgili mülakat sonunda genel bir değerlendirme sohbeti yapıldığında katılımcılar bu başarısız durumun sebeplerini aşağıdaki şekilde ortaya koydukları gözlenmiştir.

- Atom modelleri konusunun, sadece sınavlardan geçmek için çalışılan bir konu olarak görülmesi.
- Konuya ihtiyaç olduğu zaman ezbere dayalı bir çalışma yolu izlenmiş, ihtiyaç giderildikten sonra konunun hızlıca unutulmuş olması.

- Konuya sınav odaklı çalışılmış, yeterli ilgi gösterilmemiş, üzerinde durulmamış ve tekrar edilmemiş olması.
- Ders kitaplarında ve kaynakların büyük çoğunluğunda konu ile alakalı yeterli bilginin olmaması, sadece isimlere ve bazı özelliklerine yer verilmiş olması ve kaynaklardaki bu anlatımın düz anlatım ile geçirtilmiş olması ve müfredatta dahi konuya yeteri kadar ilgi gösterilmediğinin ifade edilmesi.
- Konunun öğretmen tarafından anlatılırken düz anlatım ile çok kısa zamanda, kısa kısa özellikler verilerek geçilmesi.
- Tarihsel gelişim sürecinde Demokritos'un atom fikrinden itibaren ortaya atılan modellerin neyi açıklayabildiği ve neleri açıklayamadığı ve yeni önerilen modelin bu eksiklikleri nasıl açıkladığının ortaya konulmadan öğrenilmesinin sıkıntılara sebep olması.
- Hem kaynaklarda hem de öğretmenlerin ders anlatımlarında analogi ve modellerin kullanılmaması, öğrenenin zihninde ilgi kavramın canlanmamış olması ve dolayısıyla öğrenmenin kalıcı olmamış olması.

Bu bulgular Akyol (2009), Lijnse, Licht, de Vos ve Waarlo (1990), Özgür ve Bostan (2007), Harrison ve Treagust (1987), Cros ve Maurin (1986), Zavrak (2003) ve Erdoğan (2005) çalışmalarındaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Atom fikrinin tarihsel gelişimi ile ilgili kavramsal anlamaları hakkında elde edilen sonuçlar

Kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının atom modellerinin tarihsel süreçteki gelişimi ile ilgili kavramsal anlamaları incelendiğinde katılımcıların karmaşık ve zaman zaman bilimsel olmayan bilgilere sahip oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır. Atom fikrinin nasıl ortaya çıktığı ile ilgili soruya katılımcılar büyük oranda "felsefik bir fikirdir" şeklinde doğru yanıtlar vermişlerdir. Ancak, bazı öğretmen adayları atom fikrinin deney ve gözlemlere dayalı olarak ortaya atıldığını ifade etmiştir. Bu sürecin deneyler ile başladığını ifade eden öğretmen adaylarına bahsettikleri deneyi ifade etmeleri istendiğinde deneyi bilmediklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca katılımcılara sorulan "Atom kelimesinin" ne anlama geldiği sorusuna bilim insanlarının ifadelerinden farklı cevaplar alınmıştır. Örneğin "en küçük tanecik", "en küçük yapıtaşı", "enerji" gibi cevaplar vermişlerdir. Sadece 4 öğretmen ve 2 öğretmen adayı "bölünemez - parçalanamaz" şeklinde cevap vermiştir.

Tarihsel süreçte önerilen atom modellerinin sıralaması ile ilgili soru sorulduğunda katılımcıların çoğunluğundan doğru cevaplar alınmasına rağmen yanlış cevap veren katılımcıların sayısı da azımsanmayacak kadar çoktur. Bazı katılımcılar atom modellerini bildikleri halde kronolojik olarak sıralayamamıştır. Bazı katılımcılar ise "Moseley atom modeli" gibi farklı isimler ile sıralama yapmışlardır. Yapılan mülakatta bu durumun sebepleri sorulduğunda, öğrenim hayatları boyunca bu konu ile hem lisede hem üniversitede karşılaşmış olmalarına rağmen ne derslerde ne de ders kitaplarında atom modelleri konusunun kronolojik sıralamasında ilişkilendirme yapılmadan bahsedildiğini ifade etmişlerdir. Bu durumda da bir modelin bir önceki modelin var olan eksikliğini nasıl tamamladığının ifade edilmeden yapılan öğretim uygulamaları ile anlamlı öğrenmenin gerçekleşmediği görülmektedir. Bu sonuç bize atom modelleri öğrenilirken birbirleri arasında ilişkiler kurulmasının gerekli olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda mülakattan elde edilen sonuçları teyit ve veri çeşitliliği olması açısından uygulanan kavramsal başarı testinden elde edilen verilerde bu durumu onaylamaktadır. Kavramsal başarı testi uygulanan 19 katılımcının sadece 4'ü atom fikrinin tarihsel gelişimi ile ilgili sorulara doğru cevap verebilmiştir. Bu bulgular Özgür ve Bostan (2007) tarafından yapılan araştırmadan elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir.

Dalton atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları hakkında elde edilen sonuçlar

Kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının Dalton atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları incelendiğinde çoğunlukla bilimsel olmayan bilgilere sahip oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır. Bazı katılımcıların, ifade ettikleri var olan bilgileri kısmen doğru olmasına rağmen tam olarak istenen cevapları ifade edemedikleri gözlenmiştir. Dalton'un modelini, maddenin korunumu yasası, sabit oranlar yasası, katlı oranlar yasası, gazların birleşen hacimleri yasası gibi genelleştirmelere dayanarak maddenin yapısını anlatmakta kullandığı atom kuramını ortaya atmış olmasına rağmen katılımcıların hiçbirinden bu cevap alınamamıştır. Bazı katılımcıların kısmen cevap verebilmiş olmasına rağmen bu bilgilerden de emin olamadıkları gözlenmiştir. Dalton'un ifade ettiği modeli, içi boş küre olarak ifade eden katılımcıların sayısı dikkate değecek şekilde fazladır. Analoji olarak elma, gezegen sistemi ve üzümlü kek verenlerin varlığı dikkat çekmiştir. Analoji olarak "elma" örneğini veren katılımcının; elmanın çekirdeklerinin atomun çekirdeğini temsil ettiğini, yediğimiz kısmın ise atomun dışında kalan katmanı temsil ettiğini ifade etmesi ilgi çekicidir. "Gezegen sistemi"ni analoji olarak veren katılımcı düşüncesini açıklarken Dünyanın merkezde olduğunu ve atomun çekirdeğini temsil ettiğini, merkeze eşit

mesafedeki gezegenlerin ise elektronları temsil ettiğini söylemiş olması katılımcının gezegen sistemiyle alakalıda yanlış kavramalara sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çoğunlukla Demokritos'un atom fikriyle ve günümüzde kullanılan modern atom modeli ile bir ilişki kuramadıkları sonucuna ulaşılmış, model için uygun analogiler veremedikleri gözlenmiştir. Katılımcıların çoğunun alternatif modeller kullandığı, günlük yaşamda belirtilen bazı ifadeleri yanlış kullandıkları ve zihinlerindeki imajların bilimsel modele uygun olmadığı gözlenmiştir. Katılımcılarla yapılan mülakattan elde edilen bu bulgular, uygulanan kavramsal başarı testinden elde edilen bulgularla da uyushmaktadır. Dalton atom modeli ile ilgili sorulara 19 öğretmen adayından sadece 8'i doğru cevap verebilmiştir. Bu bulgular Perkins (2006) araştırmasından elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir.

Teori kavramı ile ilgili kavramsal anlamaları hakkında elde edilen sonuçlar

Kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının teori kavramı ile ilgili kavramsal anlamaları incelendiğinde katılımcıların bir çok yanlış kavramalara sahip olduğu gözlenmiştir. Katılımcılara yöneltilen “teori nedir?” sorusuna öğretmenlerin tamamı ve yedi öğretmen adayı “fikirdir/bilgidir” şeklinde yanıt verirken dokuz öğretmen adayı “açıklama yapmaktır” şeklinde ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarından birinin teori ve kanun kavramlarını eş anlamlı iki farklı kavram olarak düşünmesi, teorilerin var oluş sebebini “O anı kurtarmak için ortaya atılan bilgilerdir. O anda bir soruya, bir probleme cevap vermesi gerekir.” şeklinde olduğunu düşünmesi dikkat çekicidir. Birçok kitapta ve öğretmen anlatımlarında bilimsel çalışma basamakları ifade edilirken bir hiyerarşi verilerek süreç ifade edilir. Bu kaynaktan istifade eden katılımcılarımızda oluşan yanlış kavramalardan en önemlisi de bununla alakalıdır. Araştırmanın katılımcılarından sadece dokuz öğretmen adayı "Teoriler bir şeye dönüşmez teori olarak kalırlar." şeklinde cevap vermişlerdir. Diğer katılımcılar ise "kanuna, hipoteze, ispata dönüşür" şeklinde cevaplar vermişlerdir. Bu noktada dikkati çeken durumlardan biri bu yanlış kavramalara araştırmaya katılan beş öğretmeninde sahip olduğudur. Araştırmaya katılan öğretmenlerde "teoriler ispatlanırsa kanuna dönüşür" şeklinde bir anlayış vardır. Dikkat çeken diğer bir durum ise teorilerin teori olarak kalacağını ifade eden dokuz öğretmen adayının lisans döneminde aldıkları bir derste öğrenene kadar aynı yanlış kavramaya (teoriler kanuna dönüşür) sahip olduklarını ifade etmeleridir. Alanyazın incelendiğinde bir çok çalışmada katılımcıların büyük bir kısmında benzer yanlış kavramaların olduğu gözlenmiştir.

Thomson atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları hakkında elde edilen sonuçlar

Kimya öğretmen adaylarının Thomson atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları incelendiğinde büyük çoğunluğunun konuyu bilmediklerini ifade etmeleri, bildiğini ifade edenlerin ise aslında sahip oldukları bilgilerin eksik veya yanlış olduğunun farkında olmadıklarının belirlenmesi dikkat çekmiştir. Katılımcıların konuya hâkim olmadıkları için bazı kavramları başka kavramlarla karıştırdıkları (örneğin atomun parçalanabilir olduğunun göstergesi olan elektron keşfi ile fizyon tepkimelerinin karıştırılması), ifade ettikleri bilgilerin doğru olmasına rağmen bazı bilgileri ve isimleri yanlış yerde kullandıkları gözlenmiştir (örneğin alfa saçılma deneyi ile atomun boşluklu yapısının bulunmasını X ışınları deneyi olarak ifade etmeleri). Atomun elektriksel yüklü parçacıklara sahip olduğu görüşünün nasıl ortaya çıktığını araştırdığımızda büyük çoğunluğun konuyu bilmedikleri ortaya çıkmıştır. Analoji olarak Thomson atom modeli ile özdeşleşen üzümlü kek modelini ifade edenlerin sayısının fazla olmasına rağmen, zihinlerinde var olan imajlar incelendiğinde üzümlü kek analogisini tam olarak anlamlandıramamış oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır. Thomson atom modeli ortaya atılırken ki süreçte hangi bilgi ve deneylerden istifade edildiği sorularına çok az yanıt alındığı gözlenmiş olup bu cevapların da istenen cevaplar olmadığı ortaya konulmuştur. Katot ışını, kanal ışını ve Milikan'ın yağ damlası deneylerini hiç duymayan katılımcıların olduğu gözlenmiş olup, bu deneylerin neden yapıldığını ve elde edilen sonuçların neler olduğunu tam olarak ifade edemedikleri gözlenmiştir. Bir hiyerarşi içinde ve neden sonuç ilişkisi kurulmadan öğrenilen bilgilerin ihtiyaç duyulduğu anda çoğunlukla ifade edilemediği, ifade edenlerin de kendilerinden emin olamadıkları gözlenmiştir. Bu bulgular kavramsal başarı testinden elde edilen bulgularla da örtüşmektedir. Kavramsal başarı testinde Thomson atom modeli ile alakalı 3 sorunun ikisine 19 katılımcıdan 7'si doğru cevap vermişken bir soruya ise sadece 2 katılımcı doğru cevap verebilmiştir. Kimya öğretmenlerinin Thomson atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları incelendiğinde sorulan sorulara alınan yanıtların çoğunluğunun beklenen yanıtlar olmadığı, bilimsel olarak doğru cevap verenlerin ise ifadelerinin eksik olduğu gözlenmiştir.

Rutherford atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları hakkında elde edilen sonuçlar

Kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının Rutherford atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları incelendiğinde katılımcıların karmaşık ve zaman zaman bilimsel olmayan bilgilere sahip oldukları gözlenmiştir. Örneğin "Atomda boşluk olacağı fikri kim tarafından nasıl ortaya atılmıştır?" sorusu sorulduğunda öğretmen adaylarından biri kendinden emin bir şekilde, atomda boşluk olacağını Demokritos'un söylediğini fakat nasıl ortaya attığı

konusunda bilgisinin olmadığını ifade etmesi dikkat çekicidir. Rutherford atom modeli ortaya atılırken ki süreçte istifade edilen bilgiler ve deneylerin neler olduğu araştırıldığında sorulara net yanıtlar alınamamış olup, alınan bu cevapların da çoğunun bilimsel modele uygun cevaplar olmadığı ortaya konulmuştur. Katılımcıların Rutherford atom modelini, Thomson atom modeli ve modern atom modeli ile ilişkilendiremedikleri gözlenmiştir. 4 öğretmen adayının atomda çekirdek olacağı fikrinin Dalton tarafından atıldığını ifade etmesi dikkat çekicidir. Rutherford atom modelinin öğretilmesi sürecinde kullanılan analogiler araştırıldığında farklı cevaplar alınmış, gezegen sistemini kullananların yanı sıra üzümlü keki analogi olarak kullananların olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların zihinlerindeki imajları belirlemek amacıyla sorulan soruya alınan cevaplar incelendiğinde 2 öğretmenin Rutherford atom modelini 3 boyutlu düzlemde düşündükleri ve çizerken de buna uygun bir çizim yaptıkları görülmüştür. 3 öğretmen adayı çizim yapamamış, katılımcıların 14'ünün çizimlerinin bilimsel modele uygun olmadığı görülmüştür. Mülakattan elde edilen bulgular, kavramsal başarı testinden elde edilen bulgular ile karşılaştırıldığında uyumluluk olduğu gözlenmiştir. Rutherford modeli ile alakalı bir soruya 19 katılımcıdan 10'u doğru cevap vermişken diğer soruya sadece 5 katılımcı doğru cevap verebilmiştir. Sorulan sorulara bilimsel modele uygun cevaplara ulaşamamış olmasının sebepleri; konuya yeterli ilginin gösterilmemesi, mevcut bilgilerin konu ile ilişkilendirilememesi, ezbere dayalı öğrenme sistemi, konuların bir hiyerarşi içinde ve birbirleriyle ilişkilendirilerek öğrenilmemesi şeklinde sıralanabilir. Bu bulgular Cros ve Maurin (1986) tarafından yapılan araştırmadan elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Bohr atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları hakkında elde edilen sonuçlar

Bohr atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları incelendiğinde katılımcıların bazılarının konuya hakim olamadıkları gözlenmesine rağmen, diğer modellerden alınan cevaplara oranla daha fazla bilimsel cevap alındığı gözlenmiştir. Rutherford atom modeli ile Bohr atom modelinin karıştırıldığı ve birbirinin yerine ifade edildiği (ör. zihinlerindeki imajlar sorulduğunda her iki model içinde gezegen sistemi çizimin yapılması gibi), çeşitli yanlış kavramalarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bohr'un önerdiği atom modelinde düzenlemeler yapan Sommerfeld isimli bilim insanını, katılımcılar ya hiç duymamış ya da ismini hatırlasalar da ne yaptığı ile alakalı bir fikirlerinin olmadığı göze çarpmaktadır. Katılımcılar Rutherford atom modeli ve modern atom modeli ile kısmen ilişki kurabilmiş olsalar da istenilen bilgileri ifade edememişlerdir. Zihinlerinde var olan imajlar

incelendiğinde, katılımcıların büyük çoğunluğunun bilimsel modele uygun çizimler yaptığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının dördü çizim yapamamış üçü ise bilimsel modele uygun olmayan çizimler yapmıştır. Kavramsal başarı testinden elde edilen bulgular mülakattan elde edilen bulguları destekler niteliktedir. 19 öğretmen adayının Bohr atom modeli ile alakalı 12 soruya doğru cevap verenlerin sayısı 14 ile 1 arasında değişiklik göstermektedir. Sorulardan birine sadece 1 öğretmen adayının doğru cevap vermesi dikkat çekmektedir. Bu sonuçlar Gündüz (2001) ve Zavrak (2003) tarafından hazırlanan yüksek lisans tez çalışmalarında elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Modern atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları hakkında elde edilen sonuçlar

Kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının Modern atom modeli ile ilgili kavramsal anlamaları incelendiğinde konuya yeteri kadar hâkim olunamadığı, "eşlenmemiş, bağ yapmamış elektronlara elektron bulutu denir" gibi yanlış kavramalara sahip olunduğu gözlenmiştir. Günümüzde ifade edilen son model olmasına rağmen, kavramları ifade etmekte zorluk çekildiği ve tarihsel süreçte ortaya konan diğer modellerle ilişkilendirilemediği gözlenmiş ve modeli zihinlerinde canlandıramadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Günlük hayatla bağdaştırılamadığı için öğrenilen bilgiler yapılandırılmamış zihinlerinde net bir imaj oluşturulamadığı gözlenmiştir. Zihinlerindeki modern atom imajını çizimleri istendiğinde, alanyazında "medyatik model" olarak bilinen modeli çizmeye çalıştıkları gözlenmiştir. Altı öğretmen adayı çizim yapamamış, yedi öğretmen adayının çizimleri ise bilimsel modele uygun olmadığı gözlenmiştir. Elektron bulutu modelini öğretmen adaylarının altısı ve öğretmenlerin beşi çizebilmiştir. Kavramsal başarı testinde modern atom modeli ile alakalı sorulan 6 sorudan 4'üne doğru cevap veren katılımcı sayısı 14 ile 10 arasında olup ortalaması 12'dir. Diğer iki sorudan birine 4 öğretmen adayı ötekine 7 öğretmen adayı doğru cevap verebilmiştir. Buradan elde edilen bulgular mülakattan elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Öneriler

Bu çalışmanın sonuçları kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının, atom modelleri ile ilgili kavramsal anlamalarının yeterli olmadığını, atom modelleri arasında kronolojik bir ilişki kurmakta zorluk çekildiğini, atom modelleri ile ilgili zihinlerinde var olan imajları açıklamak için kullanabilecekleri analogileri sunmakta zorluk çekildiğini göstermektedir.

Bu araştırmanın sonuçlarına dayanarak benzer çalışmalar için şunlar önerilebilir:

1. Öğretmen adaylarının atom modelleri ile ilgili birçok yanlış kavramaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu kavramaların hangi öğretim yöntem ve tekniklerle daha akılda kalıcı olarak öğretilbileceği hakkında yapılacak çalışmalar alanyazına katkı sağlayabilir.
2. Bu araştırmada cinsiyet bir değişken olarak ele alınmamıştır. Cinsiyetin değişken olarak ele alınacağı bir araştırmada, cinsiyet faktörünün atom modelleri ile ilgili kavramsal anlamalarındaki başarıya etkisi incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Abraham, M.R., Grzybowski, E.B., Renner, J.W. & Marek, E.A. (1992). Understandings and misunderstanding of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 2, 105-120.
- Akyol, D. (2009). *Fen alanlarında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modellerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Alkan, A. H. (1996). *Bazı kimyasal kavramların model-benzetmelerle öğretimi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Arık, A., & Polat, R. (2002). *Liseler için kimya 1*. İstanbul: Oran.
- Atasoy, B. (2004). *Fen öğrenimi ve öğretimi*. Ankara: Asil.
- Atasoy, B., Genç, E., Kadayıfçı, H. & Akkuş, H. (2007). The-effect of cooperative learning to grade 7 students' understanding of physical and chemical changes topic. *Hacettepe University Journal Of Education*, 32, 12-21.
- Ayas A., Çepni, S., Johnson, D. & Turgut, M. F. (1997). *Kimya Öğretimi*. YÖK / Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55–64.
- Barquero, B. (1995). *La representacion de estados mentales en la comprension de textos desde el enfoque teorico de los modelos mentales*. Doctoral Dissertation, Universidad Autonoma de Madrid, Madrid.
- Bilir, V., Baran, D. A. & Karaçam, S. (2018). Atomic theories that preservice science teachers confuse and underlying reasons. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 212-220. <https://doi.org/10.17679/inuefd.331368>

- Bodner, G. M. (1990). Why good teaching fails and hard-working students do not always succeed? *Spectrum*, 28(1), 27–32.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods* (2.b.). Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Bolay, S. H. (2013). *Felsefe doktrinleri ve terimleri sözlüğü*. Ankara: Nobel.
- Cartier, J., Rudolph, J. & Stewart, J. (2001). *The nature and structure of scientific models*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED461513.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Cervellati R. & Perugini D. (1981). The understanding of the atomic orbital concept by Italian high school students. *Journal of Chemical Education*, 58(7), 568–569.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. T. & de Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Chia-yu, W. (2007). *The role of mental-modeling ability, content knowledge, and mental models in general chemistry students' understanding about molecular polarity*. Dissertation of Philosophy, The Faculty of The Graduate School University of Missouri, Columbia.
- Christianson, R. G. & Fisher, K. M. (1999). Comparison of student learning about diffusion and osmosis in constructivist and traditional classrooms. *International Journal of Science Education*, 21, 687–698.
- Cohen, L., & Manion, L. (1998). *Research methods in education*. (4.b.). London: Routledge.
- Coll, R. K. & 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.
- Coll, R. K. & Treagust, D. F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, 31, 357-382.
- Coll, R. K. & Treagust, D. F. (2002). Exploring tertiary students' understanding of covalent bonding. *Research in Science and Technological Education*, 20, 241-267.

- Coll, R. K. & 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.
- 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.
- Cros, D., Chastrete, M. & Fayol, M. (1988). Conceptions of second year university students of some fundamental nations in chemistry. *International Journal of Science Education*, 10(3), 331-336.
- Çalışkan, İ. S. (2004). *Araştırmaya dayalı kimya dersinin öğrencilerin atom konusunu anlamalarına, öğrenme yaklaşımlarına, motivasyonlarına, öz-yeterliklerine, ve bilimsel bilgi inaçlarına olan etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Çepni, S. (Ed.). (2005). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem A.
- 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.
- Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3, 93-101.
- Duit, R. & Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Erdamar, N., & Akkuş, H. (2016, Eylül). *Atomun yapısı ve atom modellerine yönelik iki aşamalı çoktan seçmeli bir testin geliştirilmesi ve uygulanması*. 12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, KTÜ, TRABZON.
- 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, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Fetterman, D. M. (1989). *Ethnography: Step by step*. Newbury Park, CA: Sage.

- Fraenkel, J. R., & Wallen, N.E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. (6.b.). New York: McGraw-Hill.
- Gentner, D. & Stevens, A. L. (1983). *Mental models*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Gilbert, J. K., Osborne, J. R. & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623–633.
- Gilbert, J. K. & Watts, M. (1983). Concepts, misconceptions, and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
- Glaser, B. & Strauss, A. L. (1967). *Discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine.
- Gobert, J. D. & Clement, J. J. (1999). Effects of student-generated diagrams versus student generated summaries on conceptual understanding of causal and dynamic knowledge in plate tectonics. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 39–54.
- Griffiths, A. K. & 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.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Gunstone, R. F. & Champagne, A. B. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. E. Hegarty Hazel (Ed.), *The Student Laboratory and The Science Curriculum* içinde (s. 159–182). London: Rutledge.
- Günbatar, S. & Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Gündüz, A. (2001). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde atom ve molekül kavramı*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. & Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi.

Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1, 26-27.

Gürdal, A., Şahin, F. & Çağlar, A. (2001). *Fen eğitimi, ilkeler, stratejiler ve yöntemler*. İstanbul: Marmara Üniversitesi.

Hançerlioğlu, O. (1967). *Felsefe sözlüğü*. İstanbul: Varlık.

Harrison, G. A. (2001). How Do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students? *Research in Science Education*, 31, 401-435.

Harrison, A. G. (2001) *Thinking and working scientifically: The role of analogical and mental models*. Annual Meeting of the Australian Association For Research in Education'da sunulmuş bildiri. Fremantle, Western Australia. December 2001. <https://www.aare.edu.au/data/publications/2001/har01126.pdf> sayfasından erişilmiştir.

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.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996). Secondary students mental models of atoms and molecules: Implications for teaching science. *Science Education*, 80, 509–534.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with model. *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000a). A typology of science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.

Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000b). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: a case study of multiple-model use in Grade 11 chemistry. *Science Education*, 84, 352-381.

Helm, H. (1980). Alternative conceptions in physics amongst south african students. *Physics Education*, 15, 92–105.

İyibil, Ü. & Sağlam-Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 25–46.

Jensen, W. B. (1995). Logic, history and the teaching of chemistry textbook: I. Does chemistry have a logical structure?. *Journal of Chemistry Education*, 75(6), 679. <http://dx.doi.org/10.1021/ed075p679>

- Johnstone, A. H. (2000). Teaching chemistry - Logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 9–15.
- Jong, O. D. (2009). How to teach scientific models and modelling: A study of prospective chemistry teachers' knowledge base. *International Journal of Science Education*, 31(6), 829-850.
- Kaya, A. (2018). Ortaöğretim öğrencilerinin atom kavramını anlama seviyelerinin tespiti. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 1-9. <https://doi.org/10.21666/muefd.309222>
- Kiray, S.A. (2016). The pre-service science teachers' mental models for concept of atoms and learning difficulties. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(2), 147-162. <https://doi.org/10.18404/ijemst.85479>
- Lichtfeldt, M. (1996). Development of pupils' ideas of the particulate nature of matter: long-term research project. G. Welford, J. Osborne & P. Scott (Eds.), *Research in science education in Europe: Current issues and themes* içinde (s. 212-228). Washington D.C.: The Falmer.
- Lijnse, P. L., Licht, P., de Vos, W. & Waarlo, A. J. (1990). *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: A central problem in secondary science education*. Utrecht, The Netherlands: CD-β.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
- Markow, P. G. & 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.
- Maxwell, J. A. (1996). *Qualitative research design: An interpretive approach*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Miles, M.B. & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Morgan, C. T. (1977). *Psikolojiye giriş ders kitabı* (H. Arıcı, vd., Çev.). Ankara: Meteksan.
- Muştu, E. Ö., & Ucer, S. (2017). Ortaokul öğrencilerinin atom kavramına ilişkin bilişsel

- yapılarının çizim tekniği ile incelenmesi. *Journal of Human Sciences*, 15(2), 984-995. <http://doi.org/10.14687/jhs.v15i2.5149>
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry?. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Nakhleh, M. B., Lowery, K. A. & Mitchell, R. C. (1996). Narrowing the gap between concepts and algorithms in freshman chemistry. *Journal of Chemical Education*, 73(8), 758-762.
- Nakhleh, M. B. & Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter, *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 7, 777-805.
- Nakiboğlu, C. & Benlikaya, R. (2001). Orbital kavramı ve modern atom teorisi ile ilgili yanlış kavramalar. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 9(1), 165-174.
- Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö. & Benlikaya, R. (2002). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(4), 88-98.
- Norman, D. N. (1983). Some observations on mental models. D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* içinde (s. 7-14). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, New York: Cornell University.
- Novick, S. & Nusbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: an interview study. *Science Education*, 65(3), 273-281.
- Oruncak, B. (2005). *Ortaöğretim ve yükseköğretimde öğrencilerin atom kavramı ile ilgili algıları ve bunun eğitim kesiti içerisindeki değişimi*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Osborne, R. (1985). Building on children's intuitive ideas. R. Osborne & P. Freyberg (Eds.), *Learning in science* içinde, Auckland, New Zealand: Heinemann.
- Osborne, R. J & Freyberg, P. (1985). *Learning in science: The implications of children's science*. London: Heinemann Education.
- Osborne, R. J. & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: a generative process. *Science Education*, 67(4), 489-508.
- Özgür, S. & Bostan, A. (2007). Atom kavramının epistemolojik analizi ve öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarının karşılaştırılması. *e-Journal of New World*

Sciences Academy, 2(3), 214-231.

- Pardhan, H. & Mohammad, R. F. (2005). Teaching science and mathematics for conceptual understanding? *A Rising Issue Eurasia Journal Mathematics Science & Technology Education*, 1(1), 1-20.
- Patton, M. Q. (1987) *How to use qualitative methods in evaluation*. Newbury Park, California: Sage
- Perkins, D. (2006). Constructivism and troublesome knowledge. J. H. F. Meyer & R. Land (Eds.), *Overcoming barriers to student understanding: Threshold concepts and troublesome knowledge* içinde (s. 33–47). New York: Routledge.
- Pestel, B. C. (1993). Teaching problem solving without modeling through ‘thinking aloud pair problem solving’. *Science Education*, 77(1), 83–94.
- Pienta, J. N., Cooper, M. M. & Greenbowe, T. J. (Eds.). (2005). *Chemists’ guide to effective teaching*, U.S.A: Pearson Education.
- Pittman, K. M. (1999). Student-generated analogies: Another way of knowing? *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 1–22.
- Podolefsky, N. S. & Finkelstein, N. D. (2006). The use of analogy in learning physics: The role of representations. *Physical Review ST - Physics Education Research*. 2, 020101.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211–227.
- Ravid, R. (1994). *Practical statistic for educators*. New York: University Pres in America.
- Renstrom, L., Anderson, B. & Morton, F. (1990). Students' conceptions of matter. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 555-569.
- Salmaz, Ç. (2002). *Lise 1. sınıftaki öğrencilerin atom ve yapısı konusundaki yanlış kavramlarının belirlenmesi ve giderilmesi üzerine yapılandırıcı yaklaşımın etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Schmidt, H. J. (1997). Students’ misconceptions looking for a pattern. *Science Education*, 81(2), 123-135.
- Scott, P. H. (1992). Pathways in learning science: A case study of the development of one

- student's ideas relating to the structure of matter. R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. Proceedings of an international workshop hold at the University of Bremen* içinde (s. 203-224). Kiel, Germany: IPN.
- Seidman, I. E. (1991). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and the social sciences*. New York: Teachers College.
- Sinan, O., Yıldırım, O., Kocakulah, M. S. & Aydın, H. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 1–16.
- 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.
- Taber, K. S. (2001). Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2(2), 123-158.
- Taber, K. S. (2002). Chemical misconception - prevention, diagnosis and cure: Volume I: theoretical background. *Royal Society of Chemistry*, 80(5), 491.
- Taber, K. S. (2003). Mediating mental models of materials: Acknowledging the priority of the learner's prior learning. *Science Education*, 87, 732-758
- Thiele, R. B. & Tragust, D. F. (1992). *Analogies in senior high school chemist textbooks: A critical analysis*. ICASE research conference in chemistry and physics education'da sunulmuş bildiri, Dortmund, Germany. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED357966.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Tsaparlis, G. (1997). Atomic orbitals, molecular orbitals and related concepts: conceptual difficulties among chemistry students. *Research in Science Education*, 27, 271-287.
- Ülgen, G. (2004). *Kavram geliştirme kuramlar ve uygulamalar*. Ankara: Nobel.
- Ünal, G. & Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 188-196. http://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/Milli_Egitim_Dergisi/171/171/15.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Van Driel, H. J. & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science, *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.

- Von Glasersfeld, E. (1993). Questions and answers about radical constructivism. K. Tobin (Ed.), *The practice of constructivism in science education* içinde. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* içinde (s. 177–210). New York: Macmillan.
- White, R. T. & Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. New York: The Falmer.
- Williamson, V. M. & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 521-534.
- Yeğnidemir, D. (2000). *Temel eğitim 8. sınıf öğrencilerinde madde ve maddenin tanecikli boşluklu hareketli yapısı ile ilgili yanlış kavramların tespiti ve giderilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim*, 23(112). <http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/5326/1485> sayfasından erişilmiştir
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Zavrak, M. (2003). *Lise kimya programında atomun yapısı ünitesinde aktif öğrenme yöntemlerinin uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

EKLER

EK 1. Atom Modelleri ile İlgili Yarı Yapılandırılmış Mülakat Soruları

1. Atom fikri nasıl ortaya çıkmıştır? Bu fikrin deneysel bir kanıtı var mıdır? Neye dayandırılarak açıklanıyordu?
2. Atom sözcüğünün anlamı nedir?
3. Tarihsel süreçte önerilen Atom modellerini kronolojik olarak sıralayabilir misiniz?
4. Dalton, atom modelini neye dayanarak nasıl önermişti?
5. Dalton atom modelini zihninizde canlandığı şekliyle çizebilir misiniz?
6. Dalton atom modeli ile Demokritos'un atom fikri arasında benzerlikler ve farklılıklar var mıdır, varsa nelerdir?
7. Dalton atom modelinin eksiklikleri veya sınırlılıkları var mıdır, varsa nelerdir?
8. Dalton atom modelini, öğrencilerin anlamasını sağlamak için hangi analogileri (benzeşim) kullanabilirsiniz?
9. Dalton atom teorisinin kimyaya katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?
10. Dalton atom teorisinin günümüzde geçerliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?
11. Teori nedir?
12. Teoriler neden vardır? Teoriler ne işe yararlar? Teoriler ne amaçla ortaya atılırlar, hangi durumlarda teorilere ihtiyaç duyulur?
13. Teorilere daha sonra ne olur?
14. Atomun bölünemez olduğu fikri kim tarafından yıkılmıştır? Bu fikrin dayanağı teorik delillere mi dayalı deneysel çalışmalara mı dayalıdır?
15. Atomun elektriksel yüklü parçacıklardan oluştuğu fikri nasıl ortaya çıkmıştır?
16. Katot ışını nedir? Katot ışınları hangi özelliklere sahiptir?
17. Thomson atom modelini neye dayanarak nasıl önermişti?
18. Thomson atom modelini zihninizde nasıl canlandırıyorunuz? Çizebilir misiniz?
19. Thomson atom modeli ile Dalton atom modeli arasında benzerlikler ve farklılıklar var mıdır? Varsa nelerdir?
20. Elektronun yükü ve kütlesi nasıl bulunmuş olabilir?
21. Thomson, elektronun ne yükü nede kütlesi belirli değilken e/m oranını nasıl buldu? Bu oranının belirlenmesinde hangi düşüncelerden yararlandı?
22. Milikan'ın yaptığı deneyin amacı nedir? Bu deneyin dayandığı temel ilkeler nelerdir? Bu deney ile hangi sonuçlara ulaşılmıştır?
23. Kanal ışını nedir? Kanal ışınları hangi özelliklere sahiptir?

24. Thomson atom modelinin eksiklikleri veya sınırlılıkları nelerdir? Bu eksiklikler veya sınırlılıklar nasıl ortaya çıkarıldı?
25. Thomson atom modelinin öğrencilerde kalıcılığını sağlamak için hangi analogileri kullanabilirsiniz?
26. Thomson atom modelinin kimyaya katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?
27. Thomson atom modelinin günümüzde geçerliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?
28. Atomda boşluk olacağı fikri nasıl ortaya çıktı? Bu fikrin kaynağı neydi?
29. Thomson atom modelinin doğruluğunu denetlemek için Rutherford tarafından yapılan deneyi anlatınız. Bu deneyden elde edilen sonuçlar nelerdir?
30. Rutherford Thomson atom modelini neden eleştirdi? Neye dayanarak yeni bir model önerdi?
31. Rutherford, deneyinin sonuçlarına göre nasıl bir atom modeli önermiştir?
32. Rutherford atom modelini zihninizde canlandığı şekliyle çizebilir misiniz?
33. Rutherford atom modeli ile Thomson atom modeli arasında benzerlik ve farklılıklar var mıdır, varsa nelerdir?
34. Atomda çekirdek olacağı fikri nasıl oluştu?
35. Rutherford atom modelindeki çekirdek ile günümüzde kullanılan modern atom çekirdeği arasında fark var mı?
36. Rutherford atom modelin eksiklikleri veya sınırlılıkları nelerdir? Bu eksiklikler veya sınırlılıklar nasıl ortaya çıkarıldı?
37. Rutherford atom modelinin öğrencilerde kalıcılığını sağlamak için hangi analogileri kullanabilirsiniz?
38. Rutherford atom modelinin kimyaya katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?
39. Rutherford atom modelinin günümüzde geçerliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?
40. Bohr, atom modelini neye dayanarak önerdi?
41. Bohr atom modelini zihninizde canlandığı şekliyle çizebilir misiniz?
42. Bohr atom modeli ile Rutherford atom modeli arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?
43. Atomların ışınları nasıl yaydıklarını ve soğurduklarını Bohr modeline göre açıklayabilir misiniz?
44. Bohr atom modelinin eksiklikleri veya sınırlılıkları nelerdir? Bu eksiklikler veya sınırlılıklar nasıl ortaya çıkarıldı?
45. Bohr atom modelinin öğrencilerde kalıcılığını sağlamak için hangi analogileri kullanabilirsiniz?

46. Bohr atom modelinin kimyaya katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?
47. Bohr atom modelinin günümüzde geçerliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?
48. Sommerfeld, Bohr'un atom modelinde ne gibi değişiklikler yapmıştır?
49. Günümüzde kullandığımız modern atom modeli ile Bohr atom modeli arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?
50. Heisenberg'in belirsizlik ilkesi neyi anlatır?
51. Elektron bulutu modeli nedir? Nasıl anlamlandırılır?
52. Modern atom teorisi nedir? Nasıl türetilmiştir?
53. Modern atom modelini zihninizde canlandığı şekliyle çizebilir misiniz?
54. Modern atom modelinin öğrencilerde kalıcılığını sağlamak için hangi analogileri kullanabilirsiniz?
55. Modern atom teorisinin kimyaya katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?

EK 2. Atomun Yapısı ve Atom Modelleri ile İlgili Kavramsal Başarı Testi

ATOMUN YAPISI VE ATOM MODELLERİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL BAŞARI TESTİ

1) Dalton'un geliştirdiği atom modeli ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Her element atom adı verilen ve bölünemeyen taneciklerden oluşmuştur.
- B) Bileşikler, iki ya da çok sayıda element atomlarının basit sayısal bir oranda birleşmesi ile oluşur.
- C) Farklı elementlerin atomlarının özellikleri de farklıdır.
- D) Bir elementin bütün atomlarının kütlesi ve özellikleri birbirinin aynısıdır.
- *E) Atomlar elektriksel açıdan nötral yapıdadır.

Cevabınızın Nedeni:

1. Atom, elementin en küçük parçası olup elektron gibi daha küçük tanecikler de içerir
2. Farklı elementler aynı tür atomlardan oluşmuştur.
- *3. Dalton zamanında atom altı tanecikler bilinmemektedir
4. Aynı element farklı türde atom yapısına sahip olabilir.
5. Bileşikler oluşurken elementler rastgele sayılarda bir araya gelirler.

2) Aşağıdakilerden hangisi J.J. Thomson'ın atom modelindeki varsayımları ile ilgili **değildir**?

- A) Atom pozitif ve negatif yüklerden oluşmuştur.
- B) Atomda bulunan negatif yükler pozitif yüklü hacim içinde homojen olarak dağılmıştır.
- C) Elektron bütün atomlarda bulunan temel bir taneciktir.
- *D) Atomda proton adı verilen tanecikler bulunur.
- E) Atomlar küre şeklindedir.

Cevabınızın Nedeni:

1. Atomda elektron varlığı Thomson'dan sonra keşfedilmiştir.
 - *2. Proton ismi ilk olarak Rutherford tarafından kullanılmıştır.
 3. Atomda bulunan yükler rastgele dağılmıştır.
 4. Her atomun şekli birbirinden farklıdır.
 5. Atomda pozitif ve negatif yüklerden başka tanecikler de vardır.
-

3) Atom modelleri ve özellikleri ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Dalton ve Thomson'a göre atom küre şeklindedir.
- B) Atomun bölünmezlik fikrini yıkan ilk model, Thomson atom modelidir
- C) Atomda boşluk fikrini ortaya koyan ilk model Rutherford atom modelidir.
- D) Felsefi atom fikrine bilimsellik kazandıran ilk model Dalton'a atom modelidir.
- *E) Atomda pozitif yüklerden başka nötronların da varlığını ispatlayan Rutherford'tur.

Cevabınızın Nedeni:

1. Atom fikrinin bilimsel temele dayandırılması, Democritus'a kadar dayanır.
 2. Rutherford'a göre de atomun şekli küreseldir.
 3. Dalton atom modelinde, ilk defa elektronlardan bahsedilmiştir.
 - *4. Atomda yüksüz taneciklerin varlığı, James Chadwick tarafından deneysel olarak gösterildi.
 5. Bohr atom modelinde ilk defa, atomun büyük bir kısmının boşluktan ibaret olduğunu ifade etti.
-

4) Atom altı taneciklerle ilgili bilgiler ve bu taneciklerin keşfi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Atomda varlığı deneysel olarak gösterilen ilk tanecik elektrondur.
- *B) Kanal ışınlarının varlığı, katot ışınlarından önce ispatlanmıştır
- C) Atomda varlığı deneysel olarak en son ispat edilen tanecik nötrondur.
- D) Millikan, elektronun yükünü deneysel olarak hesaplamıştır.
- E) Elektroliz deneyleri atom altı taneciklerin varlığının delillerindendir.

Cevabınızın Nedeni:

1. Thomson önce elektronun e/m oranını, sonra da yükünü hesaplamıştır.
2. İlk keşfedilen atom altı tanecik anot ışınlarıdır.
3. Atomda en son olarak yüksüz parçacıkların varlığı ispatlandı.
4. İlk keşfedilen atom altı tanecikler, Rutherford 'un deneylerinde gözlemlendi.
- *5. Anot ışınlarının varlığı katot ışınlarının elde edilmesinde kullanılan yöntem ile tespit edildi.

5) Atom altı taneciklerden “elektron” ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi/hangileri **yanlıştır**?

- I. Varlığı ilk defa Thomson tarafından düşünüldü.
- II. Kütlesi çekirdeğin kütlesi yanında, ihmal edilebilecek kadar küçüktür.
- III. Yükü, protonun yüküne sayısal olarak eşittir.

*A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I, III E) II, III

Cevabınızın Nedeni:

- *1. Sürtünme ile elektriklenme ve Faraday'ın elektroliz deneyleri, atom altı taneciklerin ilk delillerindendir.
2. Elektronun kütlesi, çekirdeğin kütlesinin yaklaşık yarısı kadardır.
3. Elektronun varlığı Dalton'dan beri düşünülmüş ve yükü protonun yüküne eşit olarak hesaplanmıştır.
4. Elektronun yükü, protonun yükünün ters işaretlisidir.
5. Protonun kütlesi, elektronun kütlesinin yaklaşık 1836 katıdır ve yükü de elektrondan daha büyüktür.

6) Rutherford atom modeline göre aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Her atomun pozitif yük sayısı farklıdır.
- B) Çekirdeğin dışında, çekirdek yüküne eşit sayıda elektron bulunur.
- *C) Elektronlar dairesel yörüngelerde dolanırlar.
- D) Atomda çekirdek ile elektronlar arasında büyük bir boşluk vardır.

E) Çekirdek kavramı ilk defa Rutherford tarafından önerildi.

Cevabınızın Nedeni:

1. Tüm atomlarda pozitif yük sayısı aynıdır.
2. Atomda negatif yük sayısı, pozitif yük sayısından azdır.
- *3. Elektronlar çekirdek çevresinde rastgele yerlerde hareket ederler.
4. Atomda elektronlar ve pozitif yükler homojen olarak dağılmıştır.
5. Çekirdek kavramı Rutherford atom modelinden önce de vardı.

7) Atomun yapısının açıklanması sürecindeki olayları tarihsel olarak sıralayınız.

- I. Atomun boşluk yapısının keşfi
- II. Atomun bölünmezlik fikrinin yıkılması.
- III. Atom fikrinin bilimsel kimlik kazanması
- IV. Elektronun dalga ve tanecik karakterinin açıklanması.

- A) I, II, III, IV *B) III, II, I, IV C) II, III, IV, I
D) II, I, IV, III E) III, I, II, IV

Cevabınızın Nedeni:

1. Atomun boşluklu ve tanecikli yapısı keşfedildikten sonra, atom fikri bilimsellik kazanmıştır.
- *2. Bilimsel yaklaşımla birlikte atomun, tanecikli ve boşluklu yapısı keşfedildi, daha sonra, elektronun dalga tanecik karakteri açıklandı.
3. Atomun tanecikli ve boşluklu yapısı, dalga ve tanecik karakterini de açıklar. Bu açıklamalardan sonra atom fikri bilimsellik kazandı.
4. Atomun tanecikli yapısının keşfi, atom fikrini felsefi düşünce olmaktan çıkardı, elektronun dalga karakteri, aynı zamanda, atomun boşluklu yapısını da açıklıyordu.
5. Atoma bilimsel yaklaşımdan sonra, büyük bir kısmının boşluktan ibaret olduğu, bu yaklaşımın da tanecikli yapıyı gerektirdiği düşünüldü.

8) Dalton'dan önceki atom fikri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Democritus, ilk defa atom kelimesini kullanmıştır.
- B) Atom fikri felsefî bir görüşten ibarettir.
- C) Evrendeki her maddenin 4 elementten oluştuğu düşünülüyordu.
- D) Her maddenin atom adı verilen ve bölünemeyen taneciklerden oluştuğu düşünülmüştü.
- *E) Deneysel bulgular ve bulgulara dayalı çıkarımlar atom fikrini ortaya çıkarmıştır.

Cevabınızın Nedeni:

1. “Daha fazla bölünemeyen” anlamındaki atom kelimesini, ilk defa Aristo kullandı.
2. Özellikle Aristo’nun 4 element kavramı deneysel bulgulara dayanır.
3. Evrende her elementin proton, nötron ve elektron içerdiği biliniyordu.
4. Dalton’dan önce atom fikri bilimsel temellere dayanmaktaydı.
- *5. Elementlerin atomlardan oluştuğu fikri, Dalton’un deneysel çıkarımlarına dayanır.

9) Dalton, atom modelini hangi temeller üzerine kurmuştur?

I. Sabit oranlar kanunu

II. Kütlenin korunumu kanunu

III. Elektriklenme ve elektroliz olayları

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III *D) I, II E) II, III

Cevabınızın Nedeni:

- *1. Dalton’a göre, bir elementin atomu bölünmüyorsa kimyasal tepkime öncesi ve sonrasında da o atom var olmalıdır. Bileşikler ise, elementlerin basit sayısal oranlarda birleşmesi ile oluşur.
2. Kimyasal tepkimelerde; tepkime öncesi var olan atomlar tepkime sonunda da vardır.
3. Dalton atom modeli, elektroliz ve elektriklenme deneylerine dayanarak ortaya atılmıştır.
4. Bileşikler iki ya da çok sayıda elementin basit sayısal oranda birleşmesi ile oluşur.
5. Kimyasal olaylarda tepkimeye girenlerin kütlesi eşit ve alınan verilen elektron sayıları eşittir.

10) Bohr atom modeli ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

*A) Yörüngelerdeki elektronlar kendiliğinden enerji yayabilir ya da enerji soğurabilirler.

B) Elektronların hareket ettiği yörüngelerin belli bir enerjisi vardır.

C) Atom enerji soğurduğunda ya da yayınladığında elektron başka bir enerji düzeyine geçer.

D) Elektronlar çekirdekten belirli uzaklıklardaki dairesel yörüngelerde hareket ederler.

E) Elektronun hareketi düzlemseldir.

Cevabınızın Nedeni:

1. Elektron çekirdek çevresinde her yerde bulunabilir.

2. Elektronun bulunduğu yörüngenin enerjisi değişkendir.

*3. Elektronun başka bir yörüngeye geçiş yapması atomun enerji yayması veya enerji soğurmasıyla olur.

4. Elektronun hareketi üç boyutludur.

5. Elektron kendiliğinden başka bir enerji düzeyine geçebilir.

11) Aşağıda verilen kavramlardan hangisi ilk defa Bohr atom modeli ile ortaya atılmıştır?

A) Elektron

B) Çekirdek

***C)** Yörünge

D) Orbital

E) Baş kuantum sayısı

Cevabınızın Nedeni:

1. Katot ışınları yerine, elektron kelimesini ilk defa Bohr kullanmıştır.

2. Atomun en yoğun kısmını oluşturan çekirdek tanımlaması Bohr'a aittir.

3. Elektronun çekirdeğe olan uzaklığını tanımlayan baş kuantum sayısı ifadesini ilk defa Bohr kullandı.

4. Bohr, yörüngeleri orbital olarak tanımlamıştır.

*5. Her elektronun hareket ettiği belli bir enerjisi düzeyi vardır. Bohr bu enerji düzeylerini yörünge olarak tanımlamıştır.

12) Bohr atom modelinin daha önceki atom modellerinden farkları nelerdir?

I. Işık-madde etkileşimine dayanarak atomun yapısını açıklamaya çalışmıştır.

II. Elektronun dalga karakteri taşıdığını ifade etmiştir.

III. Hidrojen ve tek elektronlu sistemlerin spektrumlarını açıklamıştır.

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I, II

*E) I, III

Cevabınızın Nedeni:

*1. Modelini ışık-madde etkileşimine dayandıran ve Hidrojen atomunun spektrumlarını açıklayan Bohr'dur.

2. Atomun yapısını açıklarken madde-ışık etkileşiminden ilk defa Bohr faydalandı.

3. Tanecik olarak düşünülen elektronun dalga da olabileceği fikrine ve madde-ışık etkileşimine dayanan ilk modeldir.

4. Hidrojen atomunun spektrumlarını ilk defa Bohr tarafından açıklanmıştır.

5. Elektronun tanecik karakteri yanında dalga karakteri de taşıdığı ilk defa Bohr tarafından ifade edilmiştir.

13) Aşağıdakilerden hangisi Bohr atom modelinin yetersizliklerinden birisidir?

*A) Sadece tek elektronlu sistemlerin spektrumlarını açıklayabilmiştir.

B) Yörünge yarıçapları ve enerjileri açıklanmıştır.

C) Hidrojen atomunun spektrumunu açıklamıştır.

D) Elektronların çekirdekten belirli uzaklıklardaki yörüngelerde bulunduğu belirtilmiştir.

E) Modelde kuantum yasaları da kullanılmıştır.

Cevabınızın Nedeni:

1. Bu modelde sadece klasik fizik yasaları kullanılmıştır.

2. Elektronun hareketi belirsiz olduğundan yörünge yarıçapı ve enerjisi hesaplanamamıştır.

3. Hidrojen atomunun spektrumuna açıklık getirememiştir.

4. Çekirdek ve elektronlar arası mesafe sabittir ve hesaplanamaz.

*5. Model, çok elektronlu sistemlerin spektrumlarını açıklamada yetersiz kalır.

14) Aşağıdaki ifadelerden hangisi Bohr atom modelinden sonra ortaya atılmıştır?

A) Atomda çok büyük boşluklar bulunmaktadır.

B) Elektronlar çekirdek çevresinde hareket ederler.

***C)** Çekirdek etrafındaki elektronların yeri ve hızı aynı anda belirlenemez.

D) Çekirdek çevresindeki yörüngelerin belirli bir enerjisi vardır.

E) Madde enerji soğurduğunda elektronlar başka bir enerji düzeyine geçebilirler.

Cevabınızın Nedeni:

1. Atomun boşluklu yapısı kuantum atom modeli ile birlikte ortaya atıldı

*2. Heisenberg'in belirsizlik ilkesi Bohr'dan sonra ortaya atılmıştır.

3. Yörünge enerjileri dalga mekaniği ile ortaya atıldı.

4. Elektronların enerji düzeyleri arasındaki geçişleri Bohr'dan sonra ifade edilmiştir.

5. Elektronun yörüngeler arası geçişi sırasındaki enerji alıp veya vermesi kuantum atom modeli ile açıklanmıştır.

15) Aşağıda verilen gelişmelerden hangisinin Bohr atom modelinin ortaya atılmasında bir katkısı yoktur?

A) Balmer ve Rydberg, hidrojenin görünür bölge yayınma spektrumundaki çizgilerin dalga boylarını hesaplamışlardır.

***B)** Elektron tanecik karakterinin yanında dalga karakteri de taşır.

C) Thomas Young, ışığın dalga karakterinde olduğunu ispatlamıştır.

D) Einstein, kesikli ve belli büyüklükteki enerji kuantumlarının metal atomları ile etkileşmesinin fotoelektrik olaya yol açtığını göstermiştir.

E) Planck, siyah cisim ışımasını kuantum kuramına göre açıklayarak ışığın tanecik karakterini ispatlamıştır.

Cevabınızın Nedeni:

*1. Elektronun dalga karakterinden ilk defa kuantum atom modelinde bahsedilmiştir.

2. Hidrojen atomu spektrum çizgilerinin dalga boylarını ilk defa Bohr hesaplamıştır.

3. Siyah cisim ışıması Bohr atom modelinden sonra açıklanmıştır.

4. Young deneyi kuantum atom modelinden sonra açıklanabilmiştir.

5. Fotoelektrik olay, Bohr'un yörünge enerjilerini hesaplamasından sonra açıklığa kavuşturulmuştur.

16) Orbital kavramı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Bir elektronun dalga fonksiyonu bir orbitali tanımlar.
- B) Orbital, elektronun üç boyutlu hareketini uzayda tanımlar.
- C) Orbitaller fiziksel olarak gözlenemez, tamamen matematiksel sonuçtur.
- *D) Orbital, bir atomdaki elektronun kesin olarak yerini gösterir.
- E) Orbitaller, Schrodinger denkleminin çözümlemeleri ile tanımlanır.

Cevabınızın Nedeni:

- 1. Elektronun hareketi düzlemseldir.
 - 2. Elektron tanecik olduğundan dalga fonksiyonu ile tanımlanamaz.
 - 3. Orbital tanımlaması yapıldıktan sonra Schrodinger denklemlerinin çözümü bu tanımlamayı desteklemek için kullanılmıştır.
 - *4. Elektronun bulunma olasılığının en yüksek olduğu uzay bölgesine orbital denir
 - 5. Orbitaller, elektron mikroskobu ile gözlenmiş ve tanımlanmıştır.
-

17) Bohr'un yörünge kavramı ile orbital kavramı arasındaki karşılaştırmalardan hangisi yanlıştır?

- A) Yörüngeler K, L, M, N gibi harflerle gösterilir, orbitaller s, p, d, f gibi harflerle gösterilir.
- B) Elektronun yörüngedeki hareketi düzlemseldir, orbitalde ise üç boyutludur.
- C) Yörüngelerin sadece dairesel, orbitallerin ise farklı geometrik şekilleri vardır.
- D) Elektronun yörüngedeki hareketinde kesinlik varken, orbitaldeki hareketinde ise yoktur.
- *E) Yörünge, elektronun kesin olarak yerini göstermezken, orbital ise elektronun tam olarak yerini belirtir.

Cevabınızın Nedeni:

- 1. Tüm yörüngeler ve orbitaller daireseldir.

- *2. Bohr yörüngelerinin yarıçapı hesaplanarak elektronun yeri kesin olarak belirtilebilirken, orbital elektronun yerini olasılıklı olarak gösterir.
3. Yörünge ve orbitaller aynı harflerle gösterilirler.
4. Orbital ve yörünge elektronun üç boyutlu hareketini ifade eder.
5. Orbitaldeki elektronun hareketinde kesinlik varken yörüngedeki hareketi ise belirsizdir.
-

18) Aşağıdaki ifadelerden hangisi “atomun kuantum modeline” yönlendiren bulgulardan biri değildir?

- A) Atom altı tanecikler hem dalga hem tanecik karakterindedirler.
- *B) Elektronun aynı anda yeri ve hızı ölçülebilir.
- C) Elektronların dalga mı tanecik mi olduğu kesin olarak saptanamaz.
- D) Atom içinde, elektron dalgalarının yoğunluğu bazı bölgelerde daha yüksektir.
- E) Elektronlar atom içinde üç boyutta hareket ederler.

Cevabınızın Nedeni:

1. Atom altı parçacıklar tanecik karakteri taşırlar.
2. Elektron dalgalarının çekirdek çevresinde yoğunluğu her yerde aynıdır.
3. Atom elektronları bazen düzlemsel bazen üç boyutlu hareket ederler.
- *4. Bir elektronun aynı anda hem konumu hem hızı ölçülemez.
5. Elektron çekirdeğe yakın ise tanecik gibi uzaksa dalga gibi hareket eder.
-

19) Kuantum atom modeline göre aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

- *A) Açısal momentum kuantum sayısı (l) orbitalin çeşidini belirler ve $l=1$, s orbitalini gösterir.
- B) Orbitalin geometrik şeklini, açısal momentum kuantum sayısı tanımlar.
- C) Manyetik kuantum sayısı, orbitalin manyetik alandaki yönelimini belirtir.
- D) Elektronların dönme yönünü, spin kuantum sayısı ifade eder.
- E) Baş kuantum sayısı, elektronun çekirdeğe olan uzaklığını belirtir.

Cevabımızın Nedeni:

1. Elektronların dönme yönleri manyetik alandaki yönelimleri ile ilgilidir ve manyetik kuantum sayısı ile açıklanır.
2. Orbitalin manyetik alandaki yönelimini açısal momentum kuantum sayısı belirtir.
- *3. $\ell=0$ s orbitalini gösterir.
4. Bohr yörüngeleri baş kuantum sayısı ile aynı anlamdadır.
5. Orbitalin geometrik şekli manyetik alan yönelimine göre oluşur ve manyetik kuantum sayısı ile tanımlanır.

20) Kuantum sayıları ve atom orbitalleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) s orbitalleri küre şeklindedirler.

B) Baş kuantum sayısı arttıkça s orbitallerinin büyüklüğü de artar.

***C)** Baş kuantum sayıları aynı olmak üzere orbitallerin enerji sıralaması $s > p > d > f$ şeklindedir.

D) Baş kuantum sayısı(n) 1 olduğunda, $\ell=0$ olur.

E) $m_s=1/2$ veya $-1/2$ değerlerinden birini alır.

Cevabımızın Nedeni:

1. $n=3$ olan s orbitali $n=1$ olan s orbitalinden daha küçüktür.
2. Baş kuantum sayısı 1 ise ℓ 'de 1 olur.
3. Her bir s orbitali iki lobdan oluşur.
- *4. Baş kuantum sayısı aynı olan orbitallerin enerji sıralaması $s < p < d < f$ şeklinde olmalıdır.
5. Bir elektron için m_s sadece $1/2$ değerini alır.

21) Kuantum sayıları ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) n, ℓ, m_l bir orbitali; n, ℓ, m_l ve m_s ise tek bir elektronu tanımlar.

B) Bir atomda 4 kuantum sayısı da aynı olan sadece 1 elektron olabilir.

C) Kuantum sayıları Schrödinger denkleminin Hidrojen atomu için çözümünden elde edilmiştir.

***D)** $\ell=0$ olduğunda m_l üç farklı değer alır.

E) Spin kuantum sayısı elektronun orbitaldeki dönme yönünü belirtir.

Cevabınızın Nedeni:

1. Kuantum sayıları deney ve gözlemlerle elde edilmiştir.
2. Bir orbitaldeki iki elektronun 3 kuantum sayısı aynı olsa da bir tanesi mutlaka farklıdır.
3. Kuantum sayılarının hepsi orbital tanımlaması içindir.
4. Elektronun dönme yönü açısal momentum kuantum sayısı ile belirtilir.

*5. $\ell=0$ ise, m_ℓ değeri de sıfırdır.

22) Atomun kuantum modelinin gelişmesine katkı sağlayan bilim insanları ve görüşlerinden hangisi **yanlıştır**?

A) De Broglie; atom altı taneciklerin, tanecik karakteri yanında dalga karakterinin de olduğunu belirtmiştir.

*B) Schrodinger, orbitallerin fiziksel olarak gözlenebileceğini ifade etmiştir.

C) Heisenberg, bir elektronun hızının ve yerinin aynı anda ölçülemeyeceğini ifade etmiştir.

D) Davisson ve Germer tarafından elektronların dalga karakterinde olduğu deneysel olarak gösterilmiştir.

E) Planck; ışıma enerjisinin madde tarafından sürekli değil, belli değerlerde yani özel paketler halinde soğurulup yayımlanabileceğini belirtmiştir.

Cevabınızın Nedeni:

1. Planck kuantum kuramına göre enerji süreklidir.
2. Atom altı tanecikler De Broglie'ye göre sadece dalga karakteri taşırlar.
- *3. Schrödinger, orbitalleri geliştirdiği matematiksel denklemlerini kullanarak tanımlamıştır.
4. Elektronların dalga karakteri de taşıdığını Heisenberg deneysel olarak göstermiştir.
5. Davisson ve Germer, belirsizlik prensibini birlikte ortaya attılar.

23) Elektromanyetik spektrum ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi **yanlıştır**?

A) Spektrumun farklı bölgelerindeki ışınlar madde ile değişik şekillerde etkileşirler.

B) Görünür bölge ışınları yaklaşık 400-700 nm arasında dar bir frekans aralığına sahiptir.

C) Spektrumda, dalga boyu kırmızı rengin dalga boyundan büyük olan ışınlar kızıl ötesi(IR) ışınlar denir.

*D) Elektromanyetik ışınların dalga boyu büyük ise frekansları da yüksektir.

E) Spektrumda görünür bölge dışındaki kalan ve gözün duyarlı olmadığı ışınlar dolaylı olarak gözlenebilir.

Cevabınızın Nedeni:

1. En geniş frekans aralığı görünür bölge ışınlarına aittir

2. Spektrumdaki tüm ışınlar çıplak gözle görülürler

3. Bütün ışınlar madde ile aynı şekilde etkileşir.

*4. Dalga boyu ile frekans arasında ters orantı vardır.

5. IR ışınlarının dalga boyu kırmızı ışığın dalga boyundan küçüktür.

24) Bohr, atom modelini ortaya atarken atom spektrumları ile ilgili hangi bulgudan faydalanmamıştır?

A) Her element atomunun kendine özgü bir emisyon spektrumu vardır.

B) Bir atom hangi dalga boyunda ışıma yapıyorsa, o dalga boyundaki ışımayı soğurabilir.

*C) Bir atomda elektronların bulunduğu orbitalden daha yüksek enerjili bir orbitale geçmesiyle spektrum çizgileri oluşur

D) Spektrumda farklı çizgilerin gözlenmesi atomdaki elektronların belli enerji seviyelerinde bulunduğunu gösterir.

E) Spektrum çizgilerinin her biri enerji düzeyleri arasında özel bir geçişin karşılığıdır.

Cevabınızın Nedeni:

*1. Atom spektrumlarındaki çizgiler elektronların yörüngeler arası geçişinden kaynaklanır.

2. Atom, soğurduğu ışığın dalga boyundan daha büyük dalga boyunda ışık yayar.

3. Aynı gruptaki atomların emisyon spektrumu aynıdır.

4. Her spektrum çizgisi bir elektronun dalga boyuna karşılık gelir

5. Spektrumdaki farklı çizgiler o atomun elektron sayısını gösterir.

25) Elektromanyetik ışınların özellikleri ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Young deneyinde ışığın dalga özelliği kanıtlanmıştır.

*B) Yansıma, kırılma gibi olaylar ışığın tanecik karakteri ile açıklanabilir.

C) Elektromanyetik ışınlar madde tarafından kuant adı verilen belirli paketler halinde yayılır ve soğurulur.

D) Fotoelektrik olay ışığın tanecik özelliği ile açıklanabilir.

E) Işık, hem dalga hem de tanecik karakteri taşır.

Cevabınızın Nedeni:

*1. Işığın dalga karakteri, yansıma kırılma gibi optik olaylara açıklık getirir.

2. Çift yarıktaki girişim olarak bilinen Young deneyi, ışığın tanecik özelliğini ispatlar.

3. Işık sadece dalga karakteri taşır.

4. Işığın dalga özelliği; fotoelektrik olay ve siyah cisim ışımasını açıklar.

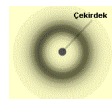
5. Elektromanyetik ışınlar madde tarafından sürekli bir dalga şeklinde yayılır ve soğurulur.

26) Aşağıda verilen çizimlerden hangisi Bohr atom modeline aittir?

A)



B)



*C)



D)



E)



Cevabınızın Nedeni:

*1. Çekirdekten belirli uzaklıklarda dairesel yörüngeler vardır.

2. Modelde pozitif yük içinde negatif yük dağılmış durumdadır

3. Atom küre şeklindedir.

4. Elektronlar o kadar hızlı hareket eder ki çekirdek çevresinde bulut oluştururlar.

5. Çekirdek çevresinde elektronlar serbest hareket ederler.

27) De Broglie'nin çalışmaları ve hipotezi ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Tüm maddelerin parçacık ve dalga özelliğine sahip olduğunu ifade etti.

B) Maddesel taneciklerle bir arada kabul edilen dalgalara “madde dalgaları” adını verdi.

C) Maddesel bir parçacığın, örneğin elektronun dalga boyunu hesapladı.

***D)** Elektronun ince bir metal levhadan geçerken girişim ve kırınım desenlerini gözlemledi.

E) Dalga karakterinin atom altı parçacıklar için önemini vurguladı.

Cevabınızın Nedeni:

1. Atom altı parçacıkların dalga boyları hesaplanamaz.

2. Büyük kütleli maddeler dalga özelliği göstermezler.

* 3. Elektronun girişim ve kırınım desenleri De Broglie’den sonra gözlemlenmiştir.

4. Atom altı parçacıkların tanecik karakteri daha önemlidir.

5. Madde dalgaları ilk defa Young’ın çift yarıktaki girişim deneyinde gözlemlenmiştir.

* Doğru cevapları göstermektedir.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...