

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ATOMUN YAPISININ ÖĞRETİMİNDE ANİMASYON DESTEKLİ
ETKİNLİKLERİN YEDİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KAVRAMSAL
ÖĞRENMELERİNE VE TUTUMLARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

RÜVEYDA YAVUZ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Funda SAVAŞCI AÇIKALIN

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İSTANBUL-2019



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ -
CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM
ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ATOMUN YAPISININ ÖĞRETİMİNDE ANİMASYON DESTEKLİ
ETKİNLİKLERİN YEDİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KAVRAMSAL
ÖĞRENMELEİNE VE TUTUMLARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

RÜVEYDA YAVUZ

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Funda SAVAŞCI AÇIKALIN**

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ PROGRAMI

İSTANBUL-2019



ÖNSÖZ

Araştırmada, atomun yapısının öğretiminde animasyon destekli etkinliklerin yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine ve tutumlarına etkisi incelenmiştir.

Çalışma sürecinde, her zaman yanımda olan, bilgi ve tecrübelerini paylaşıp bana yol gösteren, zamanını ayırıp sabırla bana faydalı olan, çalışma ile ilgili yaşadığım sorunlarda desteğini esirgmeden çözüm sunan, çekinmeden iletişime istediğim zaman geçebildiğim, meslek hayatımda da daha iyi olmamı sağlayacağını düşündüğüm bilgilerini benimle paylaşan değerli danışman hocam Doç. Dr. Funda SAVAŞCI-AÇIKALIN'a teşekkür ederim. Üç yıllık master hayatım boyunca daha iyi olmam için verdikleri emeklerden dolayı diğer üniversite hocalarıma da ayrıca teşekkür ederim. Ayrıca çalışmamda yaşadığım her sorun bana maddi manevi destek vererek, akademik hayatlarında da başarılı olacaklarını düşündüğüm bu dönemin bana kattığı en değerli dostlarımdan olan Hilal ÇAĞAP ve Sibel ADIGÜZEL'e de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak başta bu çalışmam olmak üzere, 2009 yılından beri iyi ve kötü her anımda, her başarımda yanımda olan benden desteğini ve güvenini esirgemeyen müstakbel eşim Furkan BOSTANCI'ya ve her zaman yanımda olan maddi manevi desteğini esirgemeyen, vazgeçtiğim zamanlarda beni tekrar motive eden değerli aileme sonsuz teşekkürler, iyi ki varsınız.

RÜVEYDA YAVUZ

ÖZET

ATOMUN YAPISININ ÖĞRETİMİNDE ANİMASYON DESTEKLİ ETKİNLİKLERİN YEDİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KAVRAMSAL ÖĞRENMELERİNE VE TUTUMLARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Bu araştırmanın amacı atomun yapısının öğretiminde animasyon destekli etkinliklerin yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine ve tutumlarına etkisini araştırmaktır. Bu araştırma, Bursa ilindeki bir devlet ortaokulunda 2017–2018 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılında yedinci sınıfta öğrenim gören 62 öğrenci ile yapılmıştır. Kontrol grubunda mevcut müfredata göre dersler araştırmacı tarafından işlenirken, deney grubunda mevcut müfredatta kullanılan metotlara ek olarak araştırmacı tarafından hazırlanan animasyonların kullanıldığı etkinliklerle dersler işlenmiştir. Kullanılan animasyonlar, “Maddenin Tanecikli Yapısı/Atomun Yapısı” konusunu öğretmek için, Powtoon programıyla hazırlanmıştır. Nicel ve nitel verilerin birlikte toplandığı karma yöntem araştırması uygulanmış ve veri toplama araçları olarak Atomun Yapısı ile İlgili Başarı Testi (AYİBT), Atomun Yapısı Değerlendirme Soruları (AYDS), yüz yüze yarı yapılandırılmış görüşmeler, çalışma kâğıtları ve Animasyon Görüş Ölçeği (AGÖ) kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, her iki gruptaki öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili başarı testi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. Ancak, çalışma kâğıtları, değerlendirme soruları ve yarı yapılandırılmış görüşmelerin analizleri sonucunda, animasyona dayalı etkinliklerin kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin daha bilimsel açıklamalar geliştirdikleri ve parçacıkların hareketlerine daha fazla vurgu yaptıkları tespit edilmiştir. Animasyon Görüş Ölçeği’nden ve görüşmeden elde edilen sonuçlara göre ise animasyona dayalı etkinliklerin kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin animasyon kullanımına karşı olumlu tutuma sahip oldukları bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atomun Yapısı, Kavram Yanılgısı, Animasyon, Kavramsal Öğrenme, Çoklu Gösterimler ve Modeller

ABSTRACT

INVESTIGATION OF EFFECTS OF ANIMATION-BASED ACTIVITIES IN TEACHING THE STRUCTURE OF ATOMS ON SEVENTH GRADE STUDENTS' CONCEPTUAL LEARNING AND ATTITUDES

The purpose of the current study was to investigate the effect of animation-based activities in teaching the structure of atoms on seventh grade students' conceptual learning and attitudes. The research was conducted with 62 students in a state secondary school, Bursa on the fall semester of 2017-2018 academic year. In the control, while the lessons based on the current program were taught by the researcher, in the experiment one, the lessons based on the current program were taught with the animation-based activities designed by the researcher. Animations were designed with the Powtoon program on the topic of "Particulate Structure of Matter/ Atom and Structure". A mixed research methodology including quantitative and qualitative research methods was adopted in the study. Atomic Structure Achievement Test (AYİBT), The Structure of Atoms Evaluation Questions (AYDS), face-to-face semi-structured interviews, worksheets, Animation Opinion Scale (AGS) were used as data collection tools. The result of the study indicated that there was no statistically significant difference between students' test scores in both groups. However, findings from worksheets, open-ended evaluation questions and interviews indicated that students in the experimental group tended to have more scientific explanations and focused on more dynamic nature of particles of atoms. Data from the Animation Opinion Scale indicated that students in the experimental group have positive attitudes towards using animations.

Keywords: Structure of Atoms, Misconceptions, Animations, Conceptual Learning, Multiple Representations and Models

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÇİZİMLER LİSTESİ.....	ix
RESİMLER LİSTESİ.....	ixii
BÖLÜM I: GİRİŞ	1
1.1.PROBLEM DURUMU.....	8
1.2. AMAÇ/HİPOTEZ/PROBLEM VE ALT PROBLEMLER.....	8
1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	9
1.4. SAYILTILAR.....	9
1.5.SINIRLILIKLAR.....	9
1.6. TANIMLAR	9
BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE	11
BÖLÜM III: YÖNTEM.....	38
3.1.ARAŞTIRMANIN MODELİ.....	38
3.2. ÇALIŞMA GRUBU	39
3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI.....	42
3.4. VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ	45
BÖLÜM IV: BULGULAR	47
4.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular	48
4.2. Atomun Yapısı Değerlendirme Sorularına İlişkin Bulgular	49
4.3. Derste Uygulanan Çalışma Kâğıtlarına İlişkin Bulgular	73
4.4. Atomun Yapısı ile ilgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular	100
4.5. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular	102
BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	104
KAYNAKLAR	114
EKLER.....	137
ÖZGEÇMİŞ.....	168

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3-1: Yöntem-Kontrol grubu örnek ders planı.....	40
Tablo 3 2: Yöntem-Animasyon-Kazanım-Ders planı.....	41
Tablo 3-3: Yöntem-Deney grubu örnek ders planı.....	42
Tablo 3 4: Yöntem-Çalışma Kağıtları ve Amaçları.....	44
Tablo 3-5: Yöntem-Araştırma soruları ve veri toplama kaynağı.....	44
Tablo 3-6: Yöntem-Deney ve kontrol grubu veri toplama araçları.....	45
Tablo 4-1: Bulgular-Grupların bağımsız t-testi sonuçları.....	47
Tablo 4-2: Bulgular-Deney ve kontrol gruplarının son test başarı puanlarının karşılaştırılması.....	48
Tablo 4-3: Bulgular-Deney grubunun ön test-son test başarı puanlarının karşılaştırılması.....	48
Tablo 4-4: Bulgular-Kontrol grubunun ön test-son test başarı puanlarının karşılaştırılması.....	48
Tablo 4-5: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	50
Tablo 4-6: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	53
Tablo 4-7: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	55
Tablo 4-8: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	60
Tablo 4-9: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	69
Tablo 4-10: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	72
Tablo 4-11: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	74
Tablo 4-12: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	76
Tablo 4-13: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	78

Tablo 4-14: Bulgular-Deney, kontrol ve her iki gruptaki öğrencilerin verdikleri cevapları yüzde (%) değerleri.....	80
Tablo 4-15: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	81
Tablo 4-16: Bulgular-Deney,kontrol ve her iki gruptaki öğrencilerin verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	82
Tablo 4-17: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	84
Tablo 4-18: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	86
Tablo 4-19: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	89
Tablo 4-20: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	91
Tablo 4-21: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	95
Tablo 4-22: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	98
Tablo 4-23: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri.....	100
Tablo 4-24: Bulgular-Deney grubunun animasyon kullanımına karşı tutumları.....	102

ÇİZİMLER LİSTESİ

Çizim 4-1: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K7).....	49
Çizim 4-2: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D24).....	50
Çizim 4-3: Bulgular-Bilimsel çizime örnek (K11).....	51
Çizim 4-4: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D8).....	51
Çizim 4-5: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K6).....	51
Çizim 4-6: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K18).....	54
Çizim 4-7: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D10).....	54
Çizim 4-8: Bulgular-Bilimsel çizime örnek (D21).....	55
Çizim 4-9: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K2).....	55
Çizim 4-10: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K1).....	57
Çizim 4-11: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D26).....	57
Çizim 4-12: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K4).....	57
Çizim 4-13: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D26).....	58
Çizim 4-14: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K4).....	58
Çizim 4-15: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D19).....	58
Çizim 4-16: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K16).....	59
Çizim 4-17: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D8).....	59
Çizim 4-18: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K23).....	59
Çizim 4-19: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D9).....	59
Çizim 4-20: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (K7).....	61
Çizim 4-21: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K36).....	61
Çizim 4-22: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D26).....	62
Çizim 4-23: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D11).....	62
Çizim 4-24: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D13).....	63
Çizim 4-25: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K32).....	63
Çizim 4-26: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (K30).....	64

Çizim 4-27: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D18).....	64
Çizim 4-28: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D2).....	64
Çizim 4-29: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D27).....	65
Çizim 4-30: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K31).....	65
Çizim 4-31: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K14).....	65
Çizim 4-32: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D29).....	66
Çizim 4-33: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D4).....	66
Çizim 4-34: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K33).....	67
Çizim 4-35: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K34).....	68
Çizim 4-36: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D31).....	68
Çizim 4-37: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D6).....	69
Çizim 4-38: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D15).....	69
Çizim 4-39: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K12).....	70
Çizim 4-40: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K14).....	71
Çizim 4-41: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D17).....	71
Çizim 4-42: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D12).....	72
Çizim 4-43: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K35).....	72
Çizim 4-44: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D17).....	72
Çizim 4-45: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D10).....	75
Çizim 4-46: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D4).....	75
Çizim 4-47: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D26).....	75
Çizim 4-48: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (K30).....	77
Çizim 4-49: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D27).....	77
Çizim 4-50: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K14).....	77
Çizim 4-51: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D6).....	78
Çizim 4-52: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D19).....	79
Çizim 4-53: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D29).....	79

Çizim 4-54: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D10).....	81
Çizim 4-55: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D26).....	81
Çizim 4-56: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K34).....	82
Çizim 4-57: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D28).....	84
Çizim 4-58: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D26).....	84
Çizim 4-59: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K34).....	85
Çizim 4-60: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D19).....	89
Çizim 4-61: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K23).....	90
Çizim 4-62: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D14).....	90
Çizim 4-63: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D11).....	93
Çizim 4-64: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D32).....	93
Çizim 4-65: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D1).....	94
Çizim 4-66: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D8).....	96
Çizim 4-67: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K27).....	97
Çizim 4-68: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D30).....	97
Çizim 4-69: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D18).....	99
Çizim 4-70: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K28).....	99
Çizim 4-71: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K26).....	99

RESİMLER LİSTESİ

Resim 3-1: Kontrol grubunda kullanılan görsellere örnek.....	39
Resim 3-2: Animasyon ekran görüntüsü.....	41
Resim 4-1: Bulgular- Ders kitabındaki Modern Atom Modeli.....	55
Resim 4-2: Bulgular-Ders kitabındaki atom modelleri.....	60
Resim 4-3: Bulgular-Deney grubundaki öğrencilerin yaptıkları atom modelleri.....	83
Resim 4-4: Bulgular- Kontrol grubundaki öğrencilerin tasarladıkları atom modelleri.....	88
Resim 4-5: Bulgular-Deney grubundaki öğrencilerin kararlı atom modelleri.....	91
Resim 4-6: Bulgular-Deney grubundaki öğrencilerin kararsız atom modelleri.....	94

BÖLÜM I: GİRİŞ

Fen bilimleri eğitiminin temel hedeflerinden biri, öğrencilere kavramları ezberletmekten ziyade, onlara öğrenmeyi öğretip düşünme becerilerini geliştirerek araştırmacı ve sorgulayıcı olmalarını sağlamaktır (Tsai, 2000). Fen ve teknoloji dersinde, öğrencilere yabancı gelen bilimsel kavramların çok olmasından dolayı dersin öğreti zorlaşmakta ve sorumluluk iyi bir öğrenme ortamı sunabilen öğretmene düşmektedir (Tsai & Chou, 2002). Bu doğrultuda, öğretmen, öğretim sürecinde farklı teknik ve yöntemlerden faydalanmalıdır (Kara & Özgün-Koca, 2004). Bu farklı teknik ve yöntemlerden en çok kullanılan ise öğrencilerin farklı tekniklerle öğrenmelerinde ve öğretim planı oluşturulmasında oldukça yardımcı ve etkili olan bilgisayar teknolojileridir. Bu teknolojiye gelişmelerle birlikte metin, ses, tablo, grafik, çizim, animasyon, gibi çoklu ortam teknolojileri de eğitim ve öğretimde tercih edilmeye başlanmıştır. Teknolojinin dâhil edilmesiyle birlikte farklı eğitim ve öğretim ortamları tasarlanarak daha zengin eğitsel çevreler oluşturulmaktadır (Daşdemir & Doymuş, 2012a). Fen ve teknoloji dersinde de özellikle soyut konuların anlatımında teknoloji bir materyal, bir araç olmuştur (Pekdağ, 2010). Öğrenci için soyut olan konular somut bir şekilde teknoloji ile sunularak kavramsal öğrenme üzerinde durulmaya çalışılmıştır (Kozma, Russell, & Mayer, 2004).

Fen eğitimi, kavram ve konuların anlamlı olmasının yanında kalıcı öğrenilmesini de hedeflemektedir (Köse & Uşak, 2006). Ausubel (1963)'e göre anlamlı öğrenmede, yeni öğrenilecek olan ve var olan kavramlar birleştirilerek hem önceki hem de sonraki kavramlar tekrar yapılandırılır (Akt. Kaya, 2010). Bu durumda ise, her iki kavram arasında ilişki kurulamazsa, yeni kavram zihinde tutunacak bilişsel yapı bulamaz ve unutulur. Eski ve yeni kavramlar tutarlı olarak bütünleşebildiği müddetçe anlamlı ve kalıcı öğrenme gerçekleşmektedir (Ausubel, 1968, Akt. Akçay vd., 2005). Kavramlar, duyularla algılanamadığı için her bireyde çeşitli bilişsel aşamalardan geçerek oluşturulan olgulardır (Tsai, 2000). Kavramlar yalnızca düşüncelerimizde olan gerçek hayatta ise örnekleri olan formlardır (Ayas & Demirbaş, 1997). Driver ve Erickson (1983)'e göre ise kavram, birbirinden farklı nesne ve olguların ortak özelliklerini yansıtarak insan zihninde oluşturulan bir bilgi formu ya da yapısıdır.

İnsanlar, bebeklik dönemlerinden itibaren kavramları ve adlarını öğrenip kendi aralarında ilişkileri açığa çıkararak sınıflandırmaya çalışırlar (Linder, 1993). Piaget'e göre öğrenme ise bireyin durumu algılayıp farklı şema, kavram ve yapıyla açıklamasıdır. Birey, yeni kavramları çevresiyle olan etkileşim ve zihnindeki var olan şemalar sayesinde üst seviyede bir dengeye ulaşarak öğrenir. Bireyin kendisine ait var olan bilgi dağarcığına 'şema', bu şemanın ise çevresiyle olan etkileşimi sayesinde oluşan "özümseme" (assimilation) ve "düzenleme" (accommodation) süreçleriyle mümkün olacağını belirtmiştir. Özümseme, bireyin yeni kavramı doğrudan kabullenmeyip anlam vermek ve mantığına oturtmak için var olan şemalarının gözden geçirmesidir. Bu durumda, eski ve yeni bilgi tutarlı olduğu sürece özümsenecektir. Yeni bilgi eski bilgi ile çelişirse, düzenleme süreci başlayarak eski şema yenisi ile değiştirilip bilişsel denge yeniden kurulur (Piaget, 1964). Bu süreç sayesinde, birey kendi kavramını kendi bilişsel faaliyetleri sonucunda yapılandırmış olur. Fen konularında soyut kavram oldukça fazla olmasından dolayı, bu sürecin yapılandırılması zaman almakta ve kavramların öğretilmesi ve öğrenilmesi güçleşmektedir. Öğrencilerin, bu soyut kavramları zihinlerinde yapılandırırken gösterdikleri çabaları ise günlük hayatta maruz kaldıkları yaygın eğitim ortamlarında duyu organları ile algılamalarıyla sınırlı kalıp genellikle bilimsellikten uzaklaşmaktadır. Öğrencilerin tecrübeleri, günlük rutin hayatları, öğrenme stilleri ve ortamları, kavramları anlamlandırma süreçlerini etkileyerek bilimsel bilginin oluşmasını önlemekte ve yanlış anlamlar yüklemesine neden olmaktadır (Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Literatürde kavram yanlışları ve alternatif kavramlar öğrencilerin doğru olduğuna inandığı ancak bilimsel olmayan anlamalarını ifade eden terimler olarak sıkça kullanılmaktadır (Yakmacı-Güzel & Adadan, 2013).

Piaget (1969)'a göre kavram yanlışlığı, öğrencilerin kişisel tecrübeleri sonucunda oluşan yanlış ifadelerdir (Akt. Çakır, 1999). Kavram yanlışları, bireyin kavramı algılamakta hatalı anlamlandırmasından dolayı ortadan kaldırılması zor olan bir durum olarak görülmektedir (Baybars & Küçüközer, 2014). Birey, bilimsel bilgileri yanlış bir şekilde ezberlenmekten ziyade, kavradığı yanlış kavramı nedenleri ile açıklıyorsa kavram yanlışlığına sahiptir. Her hata bir kavram yanlışlığı olmasa da, her kavram yanlışlığı bir hata olarak düşünülmektedir (Gürbüz, 2008). Kavram yanlışları, anlamlı öğrenme için düzeltilmesi gereken bir problem olmasının yanında

kavramsal değişimin meydana gelmesinde de bir araç olarak değerlendirilmektedir (Vosniadou, 2001). Öğrenciler için doğru bilgilerle aynı şekilde oluşturulan ve farklı olarak görülmeyen kavram yanlışlarını, yeni bilgi olarak görüldüğü için ortadan kaldırmak zor olmaktadır. Kavramı ya da konuyu öğretmeden önce, öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının nedenleri ile belirlenip, süreç içerisinde giderilmesine yönelik öğretim planı yapılması gerekmektedir (Kaya, 2018).

Fen öğretiminde kavram yanlışlarının oluşma sebepleri olarak, öğrencilerin önceki bilgilerinin önemsenmemesi (Osborne & Gilbert, 1980), yanlış deneyimler (Piaget, 1964), konuşma dili ile müfredat eksikliği (Driver & Erickson, 1983), ders kitapları (Kaya, 2018), öğretmen, ders esnasında kavramsal değişimin göz ardı edilmesi (Yağbasan & Gülçiçek, 2003), ve öğrencilerin yanlış önyargıları ile sezgileri (Yılmaz vd., 1999) görülmektedir. Kaya (2018)'e göre, kavram yanlışları, uzun sürede öğrencilerin kendi deneyimleri ve bilişsel faaliyetleri sonunda oluştuğu ve farkında olmadan onları doğru bir bilgi olarak algılayıp anlamlı gördükleri için giderilmesi oldukça güçtür. Bu kavram yanlışları ise, eğitim öğretim hayatları sürecinde yeni kavramları yanlış yorumlanmasına neden olup öğrenmenin gerçekleşmesine engel olmakta ve farklı kavram yanlışlarına da neden olmaktadır (Dönmez, 2011). Karmiloff- Smith ve Inhelder'in de belirttiği gibi, kavram yanlışları zamanında giderildiği takdirde bilişsel faaliyetleri geliştiren bir süreç olarak da düşünülmektedir (Rowell, Dawson, & Harry, 1990). Kavram yanlışlarının eğitim ve öğretim sürecinde doğru bir şekilde belirlenip giderilmesi için, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinin öğretim sürecinde incelenmesi gerekmektedir. Bu süreçte ise, ilk olarak var olan kavram yanlışları ortaya çıkarılmalı, nerelerde oluşabileceği düşünülmeli ve öğrencilerin kavramsal değişimlerini doğru bir şekilde yapılandırarak, kavram yanlışlarını da dikkate alan etkinlik ve tekniklerden faydalanılmalıdır (Geban vd., 1999). Öğretmenler sınıfta beyin fırtınası yaptırarak küçük tartışma grupları arasında öğrencilerin kendi kavram yanlışlarının farkına varmalarını sağlayabilir ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirterek kendilerinin gidermesine yardımcı olabilirler (Hestenes, 1992). Açık uçlu ve çizim gerektiren sorular ise öğrencilerin öğrendikleri kavramları gözden geçirerek açıklayabilmelerini ve varsa kavram yanlışlarını kendilerinin farketmelerini sağlar (Griffiths & Preston, 1992).

Son zamanlarda, fen eğitiminde öğrenme güçlüklerinin belirlenmesi ile anlamlı ve kalıcı öğrenmenin gerçekleştirilmesi önem verilen çalışmalar olmuştur (Gürbüz, 2008). Bilimsel ve doğru kavramların öğretilmesi ile bu süreçteki kavramsal değişimin gerçekleştirilmesi de fen eğitiminin amaçları arasında yer almaya başlamıştır. Ausubel (1968)'e göre, fen öğretiminde öğrencinin önceki bilgilerinin tespiti, incelenmesi ve doğru olanın öğretilmesi dikkat edilmesi gereken önemli faktörlerdendir (Akt. Akkoyunlu & Yılmaz, 2005). Öğrenciler fen bilimlerinde öğrendikleri kavramları anlamlandırarak günlük hayatta karşılaştıkları durumları kolaylıkla açıklayabilmektedir (Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Fen eğitiminde, kavram öğretirken, kavramların anlamlı olup eski bildikleri ile tutarsızlık olmamasına ve herhangi bir kavram yanılgısına neden olmamasına dikkat edilmelidir. Eski öğrenilen kavramların doğruluğunun tespiti sağlanıp, yeni öğrenilen kavramlarla çelişkili olmadığı sürece anlamlı ve kavramsal öğrenme gerçekleşmektedir (Baybars & Küçüközer, 2014). Birey kavramı öğrenme sürecince kavramın nasıl ortaya çıktığının yanında günlük hayatla nasıl ilişkilendireceğini bilmelidir (Çepni, Taş, & Köse, 2006). Okulda öğrendiği kavramlar ile kendi yaşantısını bağdaştırabiliyorsa, kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirdiği söylenebilir (Dönmez, 2011). Kavramsal öğrenme, bireyin kavramları doğru bir şekilde algılayarak kendisinin yapılandırmasıyla oluşan öğrenme olarak tanımlanabilir (Baybars & Küçüközer, 2014). Bu öğrenmenin gerçekleşmesi ise dört strateji ile mümkün olan ve var olan fikirlerin tamamen değişip yeni bir yapılanmaya giden kavramsal değişim olarak da açıklanabilir (Posner vd., 1982). Öncelikle, öğrenci bir sorunun üstesinden gelmede kendi bilgisinin yetersizliğinin farkında olmalı, ikinci olarak, bu sorunu açıklayacak yeni bilgiyi kavranabilir olarak düşünmelidir. Üçüncü olarak yeni bilgiyi kavradıkça mantıklı olduğunu ve kolay bir çözüm olacağına inanıp, son olarak ise yeni bilgi karşılaşacağı diğer sorunlar için yardımcı olmalıdır (Hewson & Hewson, 1983).

Fen, konularının soyut ve karmaşık kavramları içermesinden dolayı öğrenilmesinde zorluk yaşanan ve üzerinde daha çok düşünme becerileri gerektiren alanlardan biridir (Üstün, Yıldırğan, & Çeğiç, 2001). Türkiye’de fen bilimleri programında öğrenciler için soyut, karmaşık ve günlük yaşamda ilişki kurmada zorlanacakları çok fazla sayıda kavram yanlışlığına sebep olacak kavramlar yer almaktadır (Cox, Steegen, & Cock, 2016). Bu duruma ise soyut bir alan olmasından dolayı en fazla kimyada rastlanılmaktadır (Vitharana, 2015).

Atomun yapısı, kimyanın temelini oluşturan ve ilköğretimde tam olarak öğrenilmesi gereken konulardan biridir (Yaseen & Akaygün, 2016). Zihinsel ve bilişsel seviyesi henüz soyut kavramları anlayabilecek şekilde gelişmemiş olan ortaokul öğrencilerine, atomun yapısı gibi soyut ve karmaşık kavramları içeren bir konunun öğretilmesi güç olmaktadır (Demircioğlu, Ayas, & Demircioğlu, 2005). Öğrenciler, bu konudaki kavramları duyuları ile algılayamadıkları için zihinlerinde kendi tecrübeleri ve ön bilgileri ile yapılandırmaya çalışırlar (Griffiths & Preston, 1992). Çavdar ve Doymuş (2016)’a göre, fen bilimleri dersinde geleneksel öğretim teknikleri kullanıldığında, öğrenciler kavramların anlamını anlamadan bilgi düzeyinde anlayıp ezberlerler, bu nedenle kavramlaştıramazlar. Tüm bu etkenler ise öğrencilerin fen bilimlerine olan tutumlarını, kavramsal öğrenmelerini ve akademik başarılarını etkilerken bunun yanında sadece geleneksel yöntemden yararlanılması da öğrenme güçlüğüne ve çeşitli kavram yanlışlıklarına sebep olmaktadır (Chang, Quintana, & Krajcik, 2010). Bu tür soyut kavramları öğretmek için farklı öğretim tekniklerine ve yaklaşımlarına ihtiyaç duyulduğu açıkça görülmektedir (Çepni, Taş, & Köse, 2006). Öğrencilere bu konudaki kavramları kavram yanlışlıklarına sebep olmadan, anlamlı ve kalıcı bir şekilde somutlaştırarak ve basitleştirerek öğretmek için; kavramsal karikatürler, modeller, beyin fırtınası, küçük grup tartışmaları, işbirlikçi öğrenme yaklaşımı, açık uçlu ve çizim soruları içeren testler, deneyler, görseller, sanal laboratuvar uygulamaları, animasyonlar gibi çeşitli öğretim yöntem ve yaklaşımları kullanılmıştır (Toth & Ludanyi, 2007). Bu tekniklerin dışında multimedya öğrenme ortamı da özellikle kavram yanlışlıklarını tespit etmede, gidermede ve kavramsal öğrenmede yardımcı olmaktadır (Altınışik & Orhan, 2002; Çetin & Günay, 2011; Kozma, Russell, & Mayer, 2004; Pea, 1994).

Mautone ve Mayer (2001), multimedya öğrenme ortamı ya da çoklu ortamı, farklı duyu organlarına aynı anda hitap eden çevreler olarak tanımlanmaktadır. Animasyonlar ise multimedya öğrenme ortamlarında en çok tercih edilen teknolojilerden birisidir (Daşdemir & Doymuş, 2012a). Latince kökenli kelime olan animasyon, en genel şekilde canlandırmak anlamındadır (Foley, Dam, & Feiner, 1990). Burke vd. (1998) göre animasyon, çizilen objenin canlandırılmış hareketli bir resmi olarak tanımlanmaktadır. Animasyonlar, öğrencilerin zihnindeki soyut kavramların somutlaştırılmasında hareketli bir görüntü sunarak kavramsal öğrenmelerine yardımcı olur (Atılboz, 2004) ve bu nedenle multimedya öğrenmede oldukça etkilidir (Moreno & Mayer, 1999). Animasyonun en etkili yöntemlerden biri olduğu, tutumları olumlu yönde etkilediği, kavramsal öğrenmelerini artırdığı ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği, güvenlik, zamanı ayarlama, karmaşık durumları basitleştirme gibi birçok alanda etkili olduğu saptanmıştır (Kelly & Jones, 2007; Korakakis vd., 2009; Plass, Homer, & Hayward, 2009).

Animasyon, multimedya öğrenmede ikili kodlama prensibine göre hazırlanıldığında, akademik başarıyı olumlu yönde etkilemektedir (Cuevas & Dawson, 2018). İkili kodlama prensibi, bireyin metin ve ya resmi ilk algıladığında, iki ayrı kanal sayesinde görsel ve sözel sembole dönüştürerek kodlaması ve depolamasıdır (Mayer, 1997). Gelen bilgi, iki kanalda birlikte işlendiğinde, tek kanala göre daha kolay hatırlanmaktadır (Moreno & Mayer, 2000). İkili kodlama prensibinin kullanıldığı animasyonda da resim ve anlatım aynı sayfada aynı anda verildiği için hatırlaması kolay olmaktadır (Pea, 1994). Mayer (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, sadece metinden öğrenen öğrencilerin problem çözmede metin ve resimle desteklenerek öğrenen öğrencilerden daha başarısız olduklarını bulmuştur. Mayer vd. (1995) yaptıkları bir çalışmada animasyon hazırlarken ikili kodlama prensibinden yararlanmanın etkisini öğrenmek için, konuyla ilgili kavram ve resimleri farklı ekranlarda sunan bir yazılım ile aynı ekranda sunan bir başka yazılım kullanmışlar ve ikinci yazılımla öğrenenlerin akademik başarısının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Animasyonda, verilen bilgi ve görsellerin anlamlı ve kalıcı öğrenilmesini savunan araştırmacılar çoklu gösterimlerin önemine de dikkat çekmişlerdir (Kozma & Russell, 1997; Tasker & Dalton, 2008).

Atomun yapısı altmikroskopik seviyede anlamayı gerektirdiğinden (Gabel, 1993), bu konunun bilimsel olarak kavranması çoklu gösterim düzeylerinin doğru olarak ilişkilendirilmesine bağlıdır (Gobert vd., 2011). Çoklu gösterim seviyeleri ise üçe ayrılmakta olup makroskopik, altmikroskopik ve semboliktir. Makroskopik, maddenin fiziksel olarak görünür özelliklerini; altmikroskopik maddenin atomik ve moleküler olarak yapısal özelliklerini; sembolik ise formül gibi sembollerle gösterilmesini ifade etmektedir (Gabel, 1998). Örneğin, H₂, renksiz, kokusuz iki gram olan bir gaz olmasıyla makroskopik; gaz halindeki iki atomlu molekül haliyle altmikroskopik ve H₂ simgesiyle sembolik olarak değerlendirilmektedir (Johnstone, 1993). Cheng ve Gilbert (2009)'e göre, öğrenciler bu konuyu anlamak için, üç farklı gösterimi de kavrayıp, birbirleri arasında doğru bir şekilde ilişki kurmalı ve hangisini ne zaman kullanacağını bilmelidir. Çoklu gösterimlerde bir kavram için farklı gösterimlerin kullanılıp farklı öğrenme stillerine hitap etmesinden dolayı, bu gösterimlerin doğru bir şekilde kavranması ve aralarındaki ilişkinin kurulması, öğrencilerin kapasitelerine bağlı olmaktadır (Ainsworth, Bibby, & Wood, 2002). Kavram öğretiminde üç gösterimin de aynı anda kullanılması, bir yandan bilişsel yükü hafifletirken diğer yandan kafa karıştırarak öğrenme güçlüğüne de sebep olabilir (Sweller, 1988). Hinton ve Nakhleh (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, öğrencilerin hepsi makroskopik seviyeyi doğru bir şekilde anlayıp, makroskopik seviyeden altmikroskopik seviyeye geçerken oldukça zorlanmışlardır. Çoklu gösterimlerin, nasıl ya da ne amaçla kullanıldığını sadece öğretmen değil, öğrenci de farkında olarak (Tan vd., 2009), anlamlı ve kalıcı bir şekilde öğrenme sağlanmış olmalıdır (Chandrasegaran, Treagust, & Mocerino, 2008). Bu gösterimler sayesinde kavramsal öğrenmeleri gelişmiş ve kalıcı bir şekilde öğrenme sağlanmış olur (Chiu & Wu, 2009). Özellikle kimya eğitimindeki birçok çalışmada, animasyonların gözlemlenemeyen durumlarla ilgili zihinsel model geliştirilmesinde ve kavram öğretiminde oldukça etkili olup, kavram yanlışlarını gidermede de yardımcı olduğu bulunmuştur (Burke, Greenbowe, & Windschitl, 1998; Yang vd., 2003).

1.1. PROBLEM DURUMU

Literatürde, atomun yapısı gibi soyut konunun öğretiminde model, analogi, işbirlikçi yöntem ve geleneksel yöntem gibi çeşitli tekniklerden yararlanılmış ve öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinde herhangi bir etkide bulunulmamıştır. (Adbo & Taber, 2009; Barke & Büchter, 2018; Haeusler & Donovan, 2017). Atomun yapısı konusu altmikroskopik seviyede gerçekleştiği için öğrenilmesi ve öğretilmesi güçtür (Gabel, 1993). Bu nedenle, bu konunun bilimsel olarak kavranması çoklu gösterim düzeylerinin doğru olarak ilişkilendirilmesine bağlıdır (Gobert vd., 2011). Kitaplarda bu konu ile ilgili statik görsellerin yer alması da bu konuyu öğrenmeyi güçleştirmekte ve kavram yanılgılarına sebep olabilmektedir (Savaşçı Açıklan, 2019). Animasyonlar ise dinamik gösterimler sayesinde bu çoklu gösterimleri de içinde barındırarak kavramsal öğrenme ve kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili yöntemlerden biridir (Kelly & Jones, 2007; Korakakis, Pavlatou, Palyvos, & Spyrellis, 2009; Plass, Homer, & Hayward, 2009). Kavram öğretiminde üç gösterimin de aynı anda kullanılması, bilişsel yüke sebep olmasından dolayı animasyonlar bu gösterimleri iki ayrı kanalda kullanarak ikili kodlama prensibini de göz önünde bulundurmaktadır (Tasker & Dalton, 2008). Bu nedenle, bu çalışmada, bu konunun öğretiminde animasyonlardan yararlanılmış olup animasyonlar hazırlanırken ikili kodlama prensibi ve çoklu gösterimler dikkate alınmıştır.

1.2. AMAÇ/HİPOTEZ/PROBLEM VE ALT PROBLEMLER

1.2.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, atomun yapısının öğretiminde animasyon destekli etkinliklerin yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine ve tutumlarına olan etkisini incelemektir.

1.2.2. Problem ve Alt Problemler

Atomun yapısı konusunda animasyon destekli etkinliklerin yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine ve tutumlarına etkisi nedir?

Alt Problemler

1. Atomun yapısı konusunda animasyon destekli etkinliklerin deney grubundaki öğrencilerin kavramsal öğrenmesine etkisi var mıdır?
2. Atomun yapısı konusunda animasyon destekli etkinliklerin deney grubundaki öğrencilerin animasyona karşı tutumlarına etkisi var mıdır?

1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Bu çalışmada, araştırmacı ve bir uzman öğretim görevlisi tarafından hazırlanan animasyonlar ikili kodlama prensibini ve çoklu gösterimleri temel alması, bu konudaki kavram yanlışlarını dikkate alması, müfredattaki temel bilgi ve kazanımları içermesinden dolayı önemlidir. Ayrıca yapılan bu çalışma, kendisinden sonra yapılacak diğer çalışmalara da animasyon konusunda ikili kodlama ve çoklu gösterimi göz önünde bulundurması noktasında rehberlik etmesi açısından da önem arz etmektedir.

1.4. SAYILTILAR

1. Öğrenciler çalışma kâğıtlarını yaparken birbirinden etkilenmemiştir.
2. Deney ve kontrol gruplarının dersi araştırmacı tarafından yapılmış olup her iki grupta da sonuçları etkileyecek bir etkide bulunulmamıştır.
3. Öğrencilerin araştırmayı ve yapılan testleri bir etkinlik olarak algılamaları sağlanarak okul notlarına herhangi bir etkisi olmamıştır.

1.5. SINIRLILIKLAR

1. Bursa il merkezindeki bir devlet ortaokulunun yedinci sınıf öğrencileriyle sınırlıdır.
2. Bu çalışma “Atomun Yapısı” konusuyla sınırlıdır.

1.6. TANIMLAR

Deney Grubu: Fen Bilimleri öğretim programında kullanılan metotlara ek olarak ikili kodlama prensibine göre hazırlanan animasyona dayalı etkinliklerin uygulandığı gruptur. Atomun yapısı ile ilgili statik görsellerin yanı sıra araştırmacı tarafından geliştirilen hareketli, dinamik görsellerin (animasyonlar) bulunduğu etkinliklerle desteklenmiştir.

Kontrol Grubu: Fen Bilimleri öğretim programında kullanılan metotların uygulandığı gruptur. Atomun yapısı ile ilgili statik görsellerle zenginleştirilmiş etkinlikler uygulanmıştır.

Kavram: Birbirinden farklı nesne ve olguların ortak özelliklerinin yansıtılarak insan zihninde oluşturulan bir bilgi formu ya da yapısıdır (Driver & Erickson, 1983).

Kavram Yanılgısı: Öğrencilerin kişisel tecrübeleri sonucunda oluşan yanlış ifadelerdir (Piaget, 1969, Akt. Çakır, 1999).

Animasyon: Çizilen objenin canlandırılmış hareketli resmidir (Burke vd., 1998)

Multimedya Öğrenme Ortamı: Farklı duyu organlarına aynı anda hitap eden çevreler (Mautone & Mayer, 2001).

İkili Kodlama Prensibi: Bireyin kavramı ilk algıladığında, iki ayrı kanal sayesinde görsel ve sözel sembole dönüştürerek kodlaması ve depolamasıdır (Mayer, 1997).

BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Fen Eğitiminde Animasyon Kullanımında İkili Kodlama Prensipleri

Öğrenmenin gerçekleşmesi farklı duylara yer veren içerik ve öğrenenin iletişime geçeceği ortamlarla mümkün olup çok farklı değişkenleri içermektedir (Akkoyunlu & Yılmaz, 2005). Bu ortamların karmaşık olmaması için öğretmenler tarafından düzenlenmesi ve gözden geçirilmesi gerekmektedir (Wilson, 1995). Teknolojinin eğitimde kullanılması ile birlikte, birden çok duyuya hitap eden farklı kaynaklar bir araya getirilerek farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinde etkili olmaktadır (Akçay vd., 2008). Bu bağlamda öğretim teknolojileri görsel, işitsel ve ikisi birlikte tasarlanmakta olup literatürde, birden çok duyuya aynı anda hitap ettikleri için çoklu ortam olarak adlandırılmaktadır (Akkoyunlu & Yılmaz, 2005). *Çoklu ortamı* (multimedya) oluşturan kelimeler ayrı olarak değerlendirildiğinde, “*çoklu(multi)*” kelimesinin farklı içerikleri bulundurma, “*ortam(medya)*” kelimesinin ise bilginin iletildiği alan olarak adlandırıldığı görülmektedir (Akkoyunlu & Yılmaz, 2005). Smith (1993)’ e göre çoklu ortam, farklı araçların dijital ortamda bütünleştirilmesiyle oluşturulan bilgi ortamı iken; Mayer’ e göre ise bir nesnenin farklı araçlar kullanılarak çeşitli şekillerde sunulması olarak tanımlamıştır (Akt. Mayer & Moreno, 2002).

Paivio, sözel ve görsel kavramların yapısal ve işlevsel özelliklerine göre işlenmesi, kodlanması ve hatırlanması üzerinde çalışarak İkili Kodlama Kuramını bulmuştur. İkili kodlama kuramında bilgi öğrenen tarafından algılandığında sembolleştirilerek kodlanıp bellekte depolanmaktadır. Sembolleştirme ve kodlamada ise; bilgi sözel ve görsel sembollere dönüştürülüp iki ayrı kanalda işlenir (Paivio, 1971). Sözel ve görsel bilgilerin birbirini destekleyerek sunulduğu öğrenme ortamları daha etkili olmaktadır (Mayer & Anderson, 1992). Bu bilgilerin aynı zamanda iki ayrı kanalda sunulması tek kanalda olanlara göre daha kolay hatırlanmaktadır (Najjar, 1996). Mayer (2001) bu kanallara ek olarak iki kanal daha ekleyip dört kanallı “*Duyusal Biçim Yaklaşımı*” ve “*Gösterim Biçimi Yaklaşımı*” olmak üzere ikişerli gruplara bölmüştür. *Duyusal biçim yaklaşımında*, bilginin hangi duyuya hitap ettiği önemliken, *gösterim biçimi yaklaşımında* ise sözel ve görsel bilgileri içeren kanallar önemlidir (Mayer, 2001). Bu iki yaklaşımda farklı noktaları ortadan

kaldırmak için Mayer (2003), yeniden ilk başta kullanılan sözel ve görsel kanal şeklinde gruplandırmaya karar vermiştir. Bilgilerin iki ayrı kanalda işlenmesine rağmen, bireyin hatırlamakta zorlanmasından dolayı kanalların sınırlı kapasitelerinin olduğu düşünülüp Sınırlı Kapasite Kuramı bulunmuştur (Mayer, 2001).

Mayer (2001) tarafından, öğrenenin aynı zamanda her iki kanalda da sınırlı sayıda bilgiyi işlemesine Sınırlı Kapasite Kuramı denir. Kısa süreli belleğin, zaman ve kapasite bakımından sınırlı olmasından dolayı bilişsel yüke önem verilmektedir (Zhang & Wang, 2009). Bilişsel yük, kısa süreli bellekte bir defada oluşan verilerin sayısına önem veren bilişsel etkinliklerin hepsi olarak tanımlanmaktadır (Cooper, 1998). Bu bilişsel yüke sahip olan öğrenenin öğrenme sürecinde aktif alıcı olacağını savunan Mayer (2001), Aktif İşlemci Kuramını ortaya atmıştır.

Mayer (2001) tarafından öğrenenler, Aktif İşlemci Kuramına göre, belleklerinin kapasitesi kadar bilgiyi alıp depolayan ve yürütücü biliş stratejilerini kullanan bilinçli ve aktif bireyler olarak değerlendirilmektedir. Öğrenen, seçme, organize etme ve kaynaştırma olmak üzere üç tip bilişsel işlemde geçmektedir. Seçme sürecinde, görsel bilgiler görsel çalışan bellekte, sözel bilgiler de sözel çalışan bellekte işlenmek üzere seçilip; organize etmede, iki ayrı bilişsel sistemlerde organize edilir ve kaynaştırmada ise, bilgiler hem birbirleri ile hem de önceki bilgiler ile kaynaştırılır. Bu üç bilişsel işlem sonucunda, bilgi uzun süreli bellekte depolanır ve öğrenen aktif olarak katılıp bilgiyi kendisi yapılandırır. Başka bir deyişle ise, öğrenen gelen sınırlı bilgiyi algılarıyla seçip (sınırlı kapasite), sözel ve görsel kanallarda işleyip (ikili kodlama), var olan yapı ve kendi aralarında kaynaştırmaktadır (aktif işlemci) (Mayer, 2001). Çoklu ortam ise öğrenenlerin bu işlemlerden kolayca geçerek, bilgiyi kendilerinin yapılandırmalarını ve kavramsal olarak inşa etmelerini sağlayarak anlamlı ve kavramsal öğrenmelerinde etkili olmaktadır (Moreno & Mayer, 2000). Çoklu ortam öğrenme ortamlarında ise gösteri ve öğretme aracı olarak en fazla kullanılan animasyonlardır (Şeker & Kartal, 2017).

Animasyonlar, öğrenme durumlarını somutlaştırarak benzeşimlerle öğrenenin keşfederek öğrenebilmesini sağlamaktadır (Rieber, 1990a). Öğrenciler animasyon sayesinde bilgiyi aktif olarak üretip, araştırıp kendileri anlamlandırmaya çalışırlar (Liao & Chen, 2007). Animasyonla birlikte birçok durgun bilgi hareketli olarak ders yazılımlarında sunulup dersler daha eğlenceli olmakta ve bilgiye anında ulaşılarak zengin öğrenme ortamı sunulmaktadır (Canpolat & Tağ, 2014). Animasyonlar, dersteki tutum ve akademik başarıları olumlu yönde etkileme, nadir karşılaşılan durumları gözlemleyebilme, karmaşık durumu basitleştirme, hesaplı olma gibi birçok durumda yarar sağlamaktadır (Güvercin, 2010). Animasyon aracılığıyla sunulan bilgi öğrenen tarafından sözel ve görsel olarak kodlanıp tekrar yapılandırılarak anlamlı ve kalıcı öğrenme oluşmakta ve bilgiler daha kolay hatırlanmaktadır (Sezgin & Köymen, 2002). Bu başarının temelinde ise animasyonların, görsel ve sözel bilgiler arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde kurmasını sağlayan İkili Kodlama Kuramı yatmaktadır (Rieber, 1990b). Bu kurama göre hazırlanan animasyonlarda, görsel ve sözel içerikler birbirlerini hatırlattıkları için, akademik başarı ve kalıcı öğrenme üzerinde olumlu etkileri vardır (Mayer & Sims, 1994).

Allan Paivio tarafından 30 yıl süren bir çalışma sonucunda sözel ve görsel zihinsel süreçlere eşit önem verilerek oluşturulan İkili Kodlama Kuramına göre, bir objenin görüntüsü, sözel (ismi) ve görsel (şekli) olmak üzere iki farklı şekilde zihinde kodlanıp depolanmaktadır (Winberg & Berg, 2007). Örneğin, kedi kelimesi işitsel sisteme, görüntüsü ve miyavlaması hem işitsel hem de görsel sisteme kaydedilmektedir (Aldağ & Sezgin, 2002). Bu kuramda, kelimelerin yalnızca işitsel sistemde işlenmesi, resimlerin ise hem işitsel hem de görsel sistemlerde işlenmesinden dolayı, resimlerin kelimelere nazaran daha kolay hatırlandığı savunulmaktadır (Pekdağ, 2010). Duyusal uyarıcılarla birlikte gelişen Sembolik Sistem, gelen uyarıcıların yapılarına göre kodlamada sözel ve görsel iki sisteme ayırmaktadır. Beynin sol lobundaki mantıksal işlemleri yürüten sistem sözel, sağ lobundaki görselleri ve sesleri algılayan sistem ise görsel sistem olarak adlandırılmaktadır (Paivio, 1991). Dille algılanan logogenlerden (sözel ünitelerden) oluşan uyarıcılar sözel sistemde, imagenlerden (sözel olmayan üniteler) oluşan görsel uyarıcılar ise görsel sistemde kodlanıp aktifleşmektedir (Sadoski & Paivio, 2004). Logogenler birbirinden farklı ardışık sözcüklerken, imagenler ise birbiri içine

organize edilerek bütünleştirilmiş dinamik yapılardır (Clark & Paivio, 1991). Logogenler ve imajenler biraraya gelip, sözel ve görsel sistemler arasındaki ilişkileri yansıtan daha karmaşık yapıları oluşturmaktadır. Bu karmaşık yapılara göre Paivio (1991), öğrenenin bilgiyi işleme ve akılda tutma yeteneğini bilginin sözel ya da görsel olmasının yanında geçirdiği işleme ve öğrenenin deneyimine bağlı olduğunu savunan İkili Kodlama Kuramına bağlamaktadır.

Sözel ve görsel bilgilerin aynı zamanda birbirleriyle ilişkili olarak sunulması zihinsel süreci harekete geçirerek ikisi arasında neden-sonuç ilişkisinin mantıklı bir biçimde kurulmasını kolaylaştırır (Mayer, 1997). Konuyla ilgili sözel ve görsel bilgilerin birlikte desteklenerek verildiği İkili Kodlama Kuramına göre oluşturulan animasyonlar, ikisinden birinin verildiği animasyonlara göre daha kalıcı ve anlamlı öğrenilmektedir (Mayer & Sims, 1994). Animasyonlar bu kurama göre hazırlanırken üç temel varsayımı dikkate alınmalıdır. Bu varsayımlara göre somut olanlar soyut olanlara göre daha iyi hatırlanırken, öğrenilmesi gereken içerikler somut nesnelere bağ kurularak sunulursa daha kolay öğrenilmekte ve görsel içerikler sözel içeriklerin daha kalıcı öğrenilmesini sağlamaktadır (Aldağ & Sezgin, 2002). Daşdemir ve Doymuş (2013) tarafından yapılan çalışmada, öğrenilecek sözel içerikle birlikte ilişkili görselin kullanıldığı animasyonların akademik başarıyı olumlu yönde etkilediği bulunmuştur. İkili Kodlama Kuramına göre hazırlanan animasyonlar sayesinde öğrenci, bilgiyi çalışan bellekte birden fazla duyuşsal kaynağı kullanarak bilişsel yükten kurtulup dikkati dağılmamaktadır (Kalyuga, Chandler, & Sweller, 1998). Öğretici bu animasyonlar sayesinde dersi kolayca işlerken, öğrenciler de anlamlı ve kalıcı öğrenmiş olur (Agapova, vd., 2002). İkili kodlama kuramına göre hazırlanan animasyonlarda öğrenciler sözel ve görsel bellek sistemlerine fazla yüklenme olduğu zaman bilgileri unutabilmektedir (Mayer & Moreno, 2002). Kavramsal ve anlamı öğrenmeyi sağlamak için bilgi verilirken aşırılık ilkesine göre düzenlenilmeli, aynı bilgiye ait yazılı ve sözlü açıklama aynı anda verilmemelidir (Arslan, 2012). Fen eğitiminde animasyon kullanımı ile ilgili çalışmalarda, animasyonların biyoloji, kimya, fizik, İngilizce, mühendislik eğitiminde diğer yöntemlere göre daha yardımcı olduğu, akademik başarıda olumlu etkisinin olduğu (Katırcıoğlu & Kazancı, 2003; Powell, Aeby, & Carpenter-Aeby, 2003), motivasyonlarda artış sağladığı, bilişsel süreç becerilerini geliştirdiği (Al-Ahmadi &

Oraif, 2009) bulunmuştur. Öğrenciler tarafından anlaşılması zor ve karmaşık görülen fen ve teknoloji dersindeki soyut konuları somutlaştırmak, olaylara farklı ve geniş bir açıdan bakmalarını sağlamak, ilgi çekici bir dikkatlerini çekmek, motivasyonlarını ve tutumlarını olumlu şekilde artırmak ve öğrenme hedeflerini gerçekleştirmek amacıyla animasyondan yararlanılmalıdır (Daşdemir & Doymuş, 2012b). Özellikle kimyada soyut konulardan olan atomun yapısı konusunun öğretiminde, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini sağlamak ve zihinsel süreçlerini harekete geçirmek için animasyonun İkili Kodlama Kuramına göre hazırlanılmasının bu çalışmada, verimli ve destekleyici boyutta bir rol alabileceği öngörülmektedir.

Atom ve moleküllerin mikroskopla görünemeyecek kadar küçük olması öğrencilerin öğrenmelerini güçleştirmektedir (Wheeldon vd., 2012). Genellikle öğretmenler ve ders kitapları başta olmak üzere bu konunun öğretilmesinde analogiler ve benzeşim modellerinden faydalanılmaktadır (Gabel, 1999). Bu modeller öğrenciler tarafından yanlış ya da eksik kullanıldığında zihinlerinde öğrenme engellerine neden olmaktadır. Öğrencilere bu modellerin kavramı bire bir açıklamadığı, daha kolay öğrenmek için yardımcı oldukları ifade edilmelidir (Özgür & Bostan, 2007). Çökelez ve Yalçın (2012) benzeşim modelleri ile ilgili yaptıkları bir araştırmada, benzeşim modeli ve kavram arasındaki ilişki tam olarak doğru bir şekilde verilmediğinde öğrencilerin çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını bulmuşlardır. Atomun altmikroskopik yapısının öğretiminde geleneksel yöntemlerden ziyade öğrencilerin soyut kavram ve gerçek yaşam arasındaki ilişkiyi açıkça fark etmelerine ve çoklu gösterimleri birbirine bağlamasına yardımcı olacak etkinliklerden yararlanılmalıdır (Hinton ve Nakhleh, 1999; Tasker ve Dalton, 2008). Multimedya öğretim araçlarından olan, soyut kavramları somutlaştırarak ve basitleştirerek öğrenciye sunabilen animasyonlar bu konuda oldukça etkili olmaktadır (Lowe, 2003). Altmikroskopik seviyedeki atomun yapısını hareketli tarzda görselleştirme imkânı sunarak hem modellemeyi hem de çoklu gösterimlerin eş zamanlı sunulmalarını sağlamaktadır (Stieff, Hegarty, & Deslongchamps, 2011). Öğrenciler bu üç seviyedeki kimyasal süreçleri gözünde canlandırdığından, atom konusunda başarılı kavramsal anlayışlar geliştirmekte olup karmaşık kavramları öğrenmede olası bilişsel yükleri hafiflemektedir (Chandler & Sweller, 1991).

Kimyasal durumların gözlemlenememesi ve altmikroskopik seviyede gerçekleşmesi zihinsel model oluşturmayı güçleştirdiği için kimya öğretimini ve öğrenimini zorlaştırmaktadır (Raupers, 2000). Kimyada bir kavram hakkında bilimsel bir anlayış geliştirmek için, öğrencilerin üç çoklu gösterimi birbirleriyle ilişkilendirmeleri gerekir (Gilbert ve Treagust, 2009; Kozma, 2003). Bu çoklu gösterimler ise şu şekildedir; makroskobik maddenin fiziksel özelliklerini; altmikroskopik maddenin iç yapısını; sembolik ise formül şeklinde gösterimini yansıtmaktadır (Johnstone, 1993). Örnek olarak O_2 (g) 'nin altmikroskopik olarak gaz halinde mevcut olan diatomik moleküllere karşılık gelirken; makroskobik olarak ise mol başına 32 gram ağırlığında bir gaz olup; sembolik olarak O_2 ile gösterilmektedir. Her üç gösterimin eşzamanlı kullanımı, öğrenci öğrenimini hızlandırdığı düşünülse de bir kavramı öğrenirken bu üç gösterimi de göz önünde bulundurmamak öğrenciler için zor bir görev olabilir (Ardaç & Akaygün, 2004; Tasker & Dalton, 2008). Öğrenciler gösterimleri birbirinden ayırt edemeyip, birbirleri yerine kullanabilirler (Yeğnidemir, 2000). Örneğin, Hinton ve Nakhleh (1999) yaptıkları bir çalışmada, ortaokul öğrencilerinin kimyasal reaksiyonların kanıtı olarak makroskobik değişiklikleri tanımlayabilmelerine ve kimyasal reaksiyonları içeren algoritmik hesaplamalar yapabilmelerine rağmen, öğrencilerin hiçbirinin bu reaksiyonların altmikroskopik doğasını net bir şekilde anlamadığını ortaya çıkarmıştır. Öğrenciler makroskobik gösterim dışındaki diğer iki gösterimi anlarken zorlanmakta ve özellikle makroskobik büyüklüklerden altmikroskopik büyüklüklere geçişte algılarında yaşanan değişimlerden dolayı çeşitli kavram yanılgılarına sahip olmaktadır (Ben-Zvi, Eylon, & Silberstein, 1987). Fen eğitimiindeki birçok çalışmada öğrencilerin kimyanın soyut konularından biri olan atomun yapısını karmaşık olarak düşünüp çoklu gösterimler konusunda bağlantı kuramadığından çeşitli kavram yanılgılarının olduklarını bulmuşlardır (Meşeci, Tekin, & Karamustafaoğlu, 2013; Nyachwaya vd., 2011; Peterson & Treagust, 1989; Yılmaz & Morgil, 2001).

Fen Eğitiminde Animasyonla İlgili Yapılan Çalışmalar

Atomun yapısı konusu altmikroskopik seviyede anlamayı gerektirdiğinden öğrenciler tarafından tam olarak algılanamamakta ve eksik ya da yanlış olarak öğrenilmektedir (Ardaç & Akaygün, 2004). Bu nedenle makroskopik, altmikroskopik ve sembolik olarak üç gösterimin de aynı anda birbirleriyle ilişkili olarak göstermede kolaylık sağlayan animasyon gibi bilgi iletişim teknolojilerinden yararlanılmalıdır (Gökulu, 2013).

Rieber (1990a) tarafından yapılan fen bilgisi öğretiminde animasyonların kullanılması ile ilgili araştırmada, bilgisayar destekli fizik uygulamalarında animasyon kullanımı ve animasyonlu görsellerin dördüncü ve beşinci sınıf düzeyindeki 119 öğrencinin akademik başarısına olan etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda ise, animasyonlu görsellerin sunulduğu deney grubunun, bilgisayar destekli uygulama ile çalışan gruba göre daha başarılı oldukları bulunmuştur.

Hayashi vd. (1966), ortaöğretim altıncı sınıf düzeyindeki 66 öğrenciyle ilgili yaptıkları bu çalışmada, Bernoulli teoremi ve Arşimed yasalarını anlatırken animasyon kullanımının akademik başarıya olan etkisini incelenmiştir. Kontrol grubunda sadece resim kullanılırken, deney grubunda ise aynı resimlerin olduğu animasyon kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin daha başarılı olduğu bulunmuştur.

Ayvacı vd. (2012) tarafından yapılan bu çalışmada, kuvvet konusunda 5E modeline göre hazırlanan animasyon destekli çizgi filmlerin öğrencilerin akademik başarısına olan etkisi incelenmiştir. Konu ile ilgili kazanımlara göre hikâyeler oluşturulup bu hikâyelerle ilgili animasyon destekli çizgi filmler hazırlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 60 altıncı sınıf düzeyindeki öğrenci oluşturmakta olup, deney grubunda çizgi filmlerle, kontrol grubunda mevcut müfredata göre ders işlenmiştir. Başarı testi sonucunda deney grubunun lehine anlamlı fark bulunmuştur. Öğretmen gözlemlerine göre ise, deney grubunun daha çok eğlendiği, soyut kavramlarla ilgili kavramsal öğrenme sorularına kolaylıkla cevap verdikleri görülmüştür.

Sezgin ve Köymen (2002) tarafından yapılan araştırmada, elektrik ünitesinde İkili Kodlama Kuramına dayalı animasyonla yapılan öğretim ile geleneksek öğretim karşılaştırılarak akademik başarı, öğrenme düzeyleri ve kalıcılığa etkisi incelenmiştir. Çalışmanın örneklemini 33 dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmakta olup, deney grubunun bilgi, kavrama ve öğrenme düzeyleri ile akademik başarılarının daha yüksek olduğu ve daha kalıcı öğrendikleri bulunmuştur.

Daşdemir ve Doymuş (2012a) yaptıkları başka bir araştırmada, elektrik konusunda animasyonun 43 altıncı sınıf düzeyindeki öğrencinin dersteki başarısına, bilgilerin hatırlama düzeyine ve tutumuna olan etkisi araştırılmıştır. Araştırma, deney grubunda animasyonla öğrenci merkezli ders işlenirken, kontrol grubunda düz anlatım yöntemi ile ders işlenmiştir. Çalışma sonucunda, animasyonun deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarına, bilgilerinin kalıcılığına ve tutumlarına olumlu etkisi olduğu bulunmuştur.

Barak vd. (2010), BrainPop animasyon filmlerinin dördüncü ve beşinci sınıf düzeyindeki 1335 öğrencinin kavramsal öğrenmelerine ve fen dersini öğrenmeye karşı tutumlarına olan etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda deney grubunun fen dersini kavrama, bilgiyi uygulama ve bilişsel becerileri kullanma açısından daha başarılı oldukları, dersi öğrenmeye karşı motivasyonlarının daha olumlu olduğu ve günlük hayattaki durumlarla fen dersi arasında daha kolay ilişki kurabildikleri görülmüştür.

Al-Balushi vd. (2016) yaptıkları bu çalışmada, mobil araçlarla tasarlanan animasyonların lise öğrencilerinin uzamsal ve sorgulama becerilerine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışma, 32 deney, 28 kontrol grubunda olan lise son sınıf düzeyindeki 60 öğrenci ile gerçekleştirilmiş olup deney grubunda animasyon ve benzetim olan tabletlerle ders anlatılmıştır. Çalışma sonucunda, uzamsal yetenek konusunda deney grubunun daha başarılı olduğu, kavram yanlışlarının azaldığı, çoklu gösterimler arasında ilişkiyi kolayca kurdukları bulunurken, bilimsel sorgulama konusunda anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Çevik vd. (2017) tarafından yapılan bu çalışmada, maddenin hal değişimi konusunda animasyonların akademik başarıya olan etkisi araştırılmıştır. Bu konudaki bazı soyut konular ve kavramlar seçilip oyun geliştirme teknolojilerinden 3D Modeling Technologies ve Torque3D'den 3DSMax kullanılarak öğretim animasyonları geliştirilmiştir. Gelişmiş üç boyutlu animasyonlar kullanılarak hal değişim olayları ile genişleme ve büzülme olayları 80 beşinci sınıf düzeyindeki öğrencinin katılımı ile üç saat süren bilgisayar tabanlı bir uygulamada öğretilmiştir. Araştırma sonucunda, 3D animasyonların öğrenme performansını önemli ölçüde artırdığı bulunmuştur.

Şeker ve Kartal (2017) yaptıkları bu çalışmada, maddenin içyapısına yolculuk konusunda bilgisayar destekli öğretimin 46 yedinci sınıf düzeyindeki öğrencinin akademik başarısı üzerine etkisini incelemişlerdir. Uygulama sonucunda her iki grubun da akademik başarısının olumlu yönde değiştiği bulunmuştur.

Sanger, Phelps ve Fienhold (2000) tarafından yapılan bu çalışmada, ezilen konserve kutusundaki fiziksel değişimler ve kimyasal süreçler konusunda animasyon kullanımının üniversite öğrencilerinin başarısına olan etkisi incelenmiştir. Deney grubundaki öğrencilere düz anlatım yanında hem makroskobik hem de altmikroskobik seviyede gösterimlerin olduğu animasyonla ders işlenirken, kontrol grubundaki öğrencilere düz anlatımla ders işlenmiştir. Çalışma sonucunda, araştırmacılar tarafından geliştirilen benzer bir deneyin olduğu test uygulanmış ve deney grubundaki öğrencilerin daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Sanger ve Badger (2001) tarafından yapılan bu çalışmada, polar, apolar ve iyonik bileşikler konusunda animasyon kullanımının üniversite öğrencilerinin başarısına olan etkisini incelenmiştir. Deney grubundaki öğrencilere düz anlatımın yanında bu bileşiklerin altmikroskobik seviyede birbirleriyle ilişkisini ve molekül yüklerini gösteren animasyonlarla ders işlenirken, kontrol grubundaki öğrencilere düz anlatımla ders işlenmiştir. Çalışma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin bilimsel açıklamalara daha çok yer verdiği, tahminlerinin daha doğru olduğu bulunmuştur.

Karaçöp vd. (2009) yaptıkları bu çalışmada, Jigsaw tekniği ve animasyonların elektrokimya konusunda 122 üniversite fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğrencisinin dersteki başarısına olan etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, deney grubunun lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Daşdemir ve Doymuş (2013) tarafından yapılan bu çalışmada, maddenin yapısı konusunda animasyonun 37 sekizinci sınıf düzeyindeki öğrencinin dersteki başarısına, hatırd tutma düzeyine, bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına olan etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, animasyon kullanımının deney grubundaki öğrencilere daha olumlu etkisinin olduğu bulunmuştur.

Ardaç ve Akaygün (2005) tarafından yapılan bu çalışmada, kimyasal denge konusunun 49 tane sekizinci sınıf öğrencileri tarafından anlaşılmasında multimedya tabanlı öğretimin akademik başarıları ve animasyon kullanımına karşı tutumlarına olan etkisi incelenmiştir. Çalışmada deney grubu öğrencileri multimedya tabanlı öğretimle ders işlerken, kontrol grubu ise geleneksel öğretimle ders işlemiştir. Çalışmada, çalışmayı uygulayan sınıf öğretmeni tarafından geliştirilen on soruluk başarı testi ve dört açık uçlu sorudan oluşan yapılandırılmış görüşme uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu ve “anlamak kolay”, “eğlenceli”, “ilgi çekici” ve “yararlı” şeklinde ifadeler bulunmuştur.

Gökçe ve Saraçoğlu (2018) tarafından yapılan bu çalışmada, asitler ve bazlar konusunda bilgisayar destekli öğretimin 35 sekizinci sınıf öğrencisinin akademik başarılarına, fen ve teknoloji dersine ilişkin tutumlarına ve mantıksal düşünme yeteneklerine olan etkisi araştırılmıştır. Deney grubunda dersler animasyon ve video ile işlenirken, kontrol grubunda geleneksel yaklaşımla işlenmiştir. Çalışma sonucunda, akademik başarı ve tutum konusunda deney grubunun daha başarılı iken mantıksal düşünme yetenek konusunda ise aynı düzeyde oldukları bulunmuştur.

Handal vd. (1999) tarafından yapılan bu çalışmada, periyodik tablo konusunda animasyon kullanımının öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine olan etkisi incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini 320 altıncı sınıf düzeyindeki öğrenci oluşturmakta olup, İngilizce dilindeki materyaller Amerikan, İspanyolca dilindeki

materyaller Meksika okullarında uygulanmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilip uygulanan anket sonucuna göre, animasyonun her iki ülkedeki öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinde artış sağladığı bulunmuştur.

Ardaç ve Akaygün (2004) tarafından yapılan başka bir çalışmada, multimedya yazılım programının fiziksel ve kimyasal değişiklikler, kimyasal reaksiyonlar, kütle korunması gibi konuların öğretiminde sekizinci sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine olan etkisi araştırılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere, multimedya yazılım programının yanında makroskobik, sembolik ve altmikroskobik olarak gösteren eş zamanlı sunumlarla ders işlenirken, kontrol grubunda resim ve metin üzerinden ders işlenmiştir. Araştırma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin mikroskobik gösterimin olduğu sorularda daha başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca, yapılan röportajda deney grubundaki öğrencilerin üç gösterimi de çizdiği şekillerin ve kavram açıklamalarının kontrol grubundan daha doğru olduğu bulunmuştur.

Ebenezer (2001) yaptığı bu çalışmada, animasyonların yemek tuzu çözünmesi konusunda lise öğrencilerindeki kavramsal öğrenmelerine olan etkisi incelenmiştir. Öğrenci ifadeleri ve gösterimlerinin incelenmesi sonucunda, animasyonların erime ve çözünme arasındaki farkları ve iyon oluşumunu öğrencilerin zihninde somutlaştırılmasını ve basitleştirilmesini sağladığı, çözeltili kavramının anlaşılmasında yardımcı olduğu, kavram yanlışlarını ortaya çıkarmada etkili olduğu bulunmuştur.

Al-Balushi ve Al-Hajrib (2014) yaptıkları bu araştırmada, moleküler ve kimyasal reaksiyonlar konusunda animasyonla ilişkili modellerin 50 lise öğrencisinin çeşitli modelleri kavramsal öğrenmelerine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışma deney grubunda animasyon ve somut modellerle ders işlenirken, kontrol grubunda yalnızca modellerle ders işlenmiştir. Çalışma sonucunda, deney grubunun daha başarılı olduğu, daha detaylı öğrendikleri, kavram yanlışlarının ortadan kaldırıldığı, modellerin değişik boyutlarını da doğru şekilde tahmin ettikleri ve soyut kavramları daha net kavradıkları ortaya konulmuştur.

Akaygün (2016) yaptığı bu araştırmada, atomun yapısı konusunda 532 lise öğrencisinin zihinsel modellerinin statik ve dinamik temsillerini inceleyip animasyonları ölçme-değerlendirme aracı olarak kullanarak kavramsal öğrenmelerini kendi aralarında kıyaslamıştır. Statik gösterimler, kâğıt üzerindeki çizim ve açıklamalar ile oluşturulurken, dinamik olanlarda animasyonlar kullanılmıştır. Çalışma üç bölüm halinde yapılmış olup ilk bölümde, atomun yapısını çizmişler ve oksijen atomunu üç saniyelik videoya almışlardır. K-Eskiz, Chemsense veya Kalem programlarından herhangi birini kullanarak oksijen atomu ile ilgili animasyon hazırlayıp bunu iki-üç dakikalık röportajlarda anlatmışlardır. Çalışma sonucunda, tüm öğrencilerde zihinsel modellerin ilk ve son statik gösterimleri arasında anlamlı bir farklılığın olduğu ve daha doğru ortaya koydukları bulunmuştur. Öğrencilerin başlangıçta statik gösterimleri tercih ederken, sonrasında dinamik gösterimleri tercih ettikleri, atomun hareketi gibi bazı kavram yanlışlarını daha net gösterdikleri görülmüştür.

Williamson ve Abraham (1995) yaptıkları bu araştırmada, animasyonun faz değişimi, bağlar ve çözeltiler konusunda 400 üniversite öğrencisinin kavramsal öğrenmelerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma, animasyonları sınıfta izleyen ve kendileri hazırlayan iki deney grubu ile geleneksel eğitim alan bir kontrol grubuyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, deney grubunun daha başarılı olduğu ve animasyonların kavramsal öğrenmelere yardımcı olduğu bulunmuştur.

Marcano vd. (2004), yaptıkları bu araştırmada, animasyonların ve resimlerin moleküler seviyedeki dinamik sıvı dengesi konusunda moleküler seviyede dinamik sıvı dengesi konusunda üniversite kimya öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine olan etkisini incelemişlerdir ve sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinde artış olduğu görülmüştür.

Kelly ve Jones (2007) çalışmalarında, tuzun çözünmesi konusunda moleküler seviyedeki animasyon kullanımının 18 üniversite kimya öğrencisinin kavramsal öğrenmelerine olan etkisini incelemişlerdir. İlk olarak küçük gruplarda tuz su içerisinde çözdürülüp ardından bu konuda iki animasyon gösterilmiştir. Öğrencilerden animasyonların izlenilmesinden önce ve sonra mikroskobik ve

moleküler seviyelerdeki süreçlerle ilgili açıklamalar ve çizimler istenilmiş ve gruplar halinde animasyonlar tartışılmıştır. Araştırma sonucunda, animasyonların kavramsal öğrenmede etkili olduğu ve öğrencilerin açıklama ve çizimlerinde mikroskobik seviyeyi de belirttikleri ortaya konulmuştur.

Sanger vd. (2007) yaptıkları bu çalışmada, animasyonun kimya dersinde üniversite kimya öğrencilerinin kavramsal öğrenmesine olan etkisini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda animasyonun öğrencilerin kavramsal öğrenmesini olumlu yönde etkilediği ve zihinlerinde tanecik hareketlerini canlandırmalarını kolaylaştırdığı bulunmuştur.

Gökulu (2013) yaptığı bu çalışmada, maddenin tanecikli yapısı konusunda bilgisayar destekli materyal kullanımının 47 altıncı sınıf öğrencisinin akademik başarısına ve kavram yanlışlığına olan etkisini incelemiştir. Çalışmada, araştırmacının hazırladığı 15 soruluk “Bilimsel Başarı Testi” kullanılmış ve sonucunda deney grubundaki öğrencilerin başarısının yüksek olduğu ve daha az kavram yanlışlıklarının olduğu görülmüştür. Kavram yanlışlıklarının, maddenin ortak özellikleri ile sıkışabilme, akıcı olma gibi makroskobik özellikler ile taneciklerin hareketleri, aralarındaki boşluk gibi altmikroskobik özellikler ile ilgili olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada, kavram yanlışlıklarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin yalnızca akademik başarı üzerine olan etkisine bakılmıştır.

Burke vd. (1998) tarafından yapılan bu çalışmada, animasyonun lise öğrencilerindeki sulu çözeltiler konusundaki kavram yanlışlıklarını gidermesindeki etkisini araştırmışlardır. Uygulamada öğrencilere kimyasal reaksiyonları moleküler seviyede gösteren animasyonlar izletilip sonucunda ise, animasyonların kavram yanlışlığının oluşmasını önleme ve ortadan kaldırılması konusunda etkili olduğu bulunmuştur.

Sanger ve Greenbowe (2000) yaptıkları bu çalışmada, animasyonun tuz köprüleri ve elektrokimyasal piller konusunda üniversite kimya öğrencilerinin kavram yanlışlıkları üzerine etkisini araştırmışlardır. Uygulamada, öncelikle öğrencilerin konu ile ilgili görüşleri belirlenip deney grubunda animasyonla, kontrol

grubunda ise geleneksel öğretimle dersler işlenilmiştir. Çalışma sonucunda, deney grubunun daha az kavram yanlışlığının olduğu ve animasyonların kavram yanlışlıklarını gidermede etkili olduğu bulunmuştur.

Yang, Andre ve Greenbowe (2003) tarafından yapılan bu çalışmada, pilin içinde meydana gelen kimyasal reaksiyonlar konusunda animasyon kullanımının üniversite öğrencilerinin altmikroskopik seviyedeki olayları anlamasına olan etkisi araştırılmıştır ve sonucunda, deney grubunun daha başarılı olduğu, daha fazla uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin, animasyonlar alan düşük uzamsal yetenekli veya animasyon almayan öğrencilerden daha iyi performans gösterdikleri bulunmuştur.

Akıllı ve Seven (2013) tarafından yapılan bu çalışmada, atomun yapısı konusunda üç boyutlu bilgisayar modelleri kullanımının 67 tane fen bilgisi lisans öğrencisinin dersteki başarısına, uzamsal yeteneğine, çoklu gösterimleri kavramasına olan etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, üç boyutlu bilgisayar modelleri kullanımının, öğrencilerin çoklu gösterimleri anlamalarına yardımcı olduğu, dersteki başarılarını ve uzamsal yeteneklerini olumlu etkilediği bulunmuştur.

Evrekli ve Balım (2015) yaptıkları çalışmada, madde ve ısı ünitesinde animasyon destekli kavram karikatürünün 51 altıncı sınıf düzeyindeki öğrencinin eleştirel düşünmesine olan etkisini incelemiştir. Deney gruplarının birinde animasyon destekli kavram karikatürleri, diğerinde yalnızca kavram karikatürleri ile kontrol grubunda ise düz anlatımla ders işlenmiştir. Uygulama sonucunda, yalnızca animasyon destekli kavram karikatürlerinin kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin daha başarılı olduğu, diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Temur vd. (2017) tarafından yapılan bu çalışmada, canlılar ve enerji ilişkileri konusunda animasyon kullanımının 36 sekizinci sınıf öğrencisinin akademik başarısına olan etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda deney grubuna lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Yanmaz ve Bozdoğan (2016) tarafından yapılan bu çalışmada, çoklu ortam kullanımının 70 sekizinci sınıf öğrencisinin canlılar ve enerji ilişkileri konusunda dersteki başarısına olan etkisi araştırılmıştır. Bir ay boyunca deney grubunda web vitamin, animasyon, video, resim ve Power Point sunumları ile ders işlenirken, kontrol grubunda düz anlatımla ders işlenmiş ve deney grubundaki öğrencilerin daha başarılı olduğu bulunmuştur.

Daşdemir vd. (2012) yaptıkları bu çalışmada, vücudumuzdaki sistemler konusunda animasyon kullanımının 30 yedinci sınıf öğrencisinin dersteki başarısına, bilgilerinin kalıcılığına, bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına olan etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur.

Daşdemir ve Doymuş (2012b) bu çalışmada, hücre bölünmesi konusunda animasyon kullanımının 37 sekizinci sınıf düzeyindeki öğrencinin dersteki başarısına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine, animasyon kullanımına karşı tutumuna ve bilgilerinin kalıcılığına olan etkisini araştırmışlardır. Araştırmada, deney grubundaki öğrencilerin akademik başarısına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine, animasyon kullanımına karşı tutumuna ve bilgilerinin kalıcılığına olumlu etkisinin olduğu bulunmuştur.

Wishart (2016) yaptığı bu çalışmada, dört fen öğretmenin “süzme-eleme, dolaşım ve solunum sistemleri, genel fizik (gezegenlerin yörüngeleri, Bing Bang, son hız, elektriksel güvenlik, denge, momentum, açısal momentum ve çekirdek bölünmesi), hücre zarları arasında taşınma” konularında animasyon uygulatarak dördüncü, sekizinci, lise üç ve lise son sınıf düzeyindeki 90 öğrencinin animasyona karşı tutumlarına olan etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin hepsinin animasyon izlemeyi eğlenceli bulduklarına, hikâye yazmada zorlansalar bile zevk aldıklarına, ilkokul öğrencilerinin en sevdiği aktivitenin animasyon oluşturmakken, lise öğrencilerinin animasyon modellemek ve hazırlamak olduğuna ulaşılmıştır.

Animasyon fen eğitiminde araç ve yöntem olarak kullanılıp kalıcı ve anlamlı öğrenmede etkili olmaktadır (Güven & Sülün, 2012). Fen eğitiminde animasyon kullanımının geleneksel öğretime göre daha etkili olmasının yanında, yeterli zaman olmaması, öğrencilerin ilk kez animasyonla karşılaşması ya da animasyonların bazı kavram yanlışları içermesinden dolayı her zaman olumlu etkileri yoktur (Altınışik & Orhan, 2002).

Daşdemir (2016) tarafından yapılan bu çalışmada, ışık konusunda animasyon, işbirlikçi öğrenme yaklaşımı gibi farklı öğretim yöntemlerinin 84 yedinci sınıf öğrencisinin akademik başarılarına ve bilimsel tutumlarına olan etkisi incelenmiştir. Bu sınıflardan bir tanesi animasyon grubu, ikinci sınıf işbirlikçi öğretim grubu, üçüncüsü ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, animasyon grubunun akademik başarısının daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Bilimsel tutumlar noktasında, animasyon ve kontrol grupları arasında, animasyon grubunun daha olumlu olduğu; işbirlikçi ve kontrol grupları arasında ise, işbirlikçi grubunun daha olumlu olduğu; işbirlikçi ve animasyon grupları arasında ise aynı oldukları bulunmuştur.

Emrahoğlu ve Bülbül (2010) yaptıkları bu çalışmada, animasyon ve simülasyonların optik konusunda 79 lise öğrencisinin derste başarılarına ve bilgileri hatırlama düzeylerine olan etkisini araştırmışlardır. Uygulama sürecince deney grubunda animasyon ve simülasyonla ders işlenirken, kontrol grubunda düz anlatımla işlenmiştir. Çalışma sonucunda, deney grubunun daha başarılı olduğu, hatırlama düzeyleri konusunda ise grupların aynı oldukları görülmüştür.

Güven ve Sülün (2012) yaptıkları bu araştırmada, animasyonun maddenin yapısı ve özellikleri konusunda 63 sekizinci sınıf öğrencisinin derste başarılarına ve fen teknoloji dersine yönelik tutumlarına olan etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin daha başarılı olduğu, tutumlarının ise aynı kaldığı bulunmuştur.

Yukarıdaki çalışmalarda animasyonlu görsellerin sunulduğu deney grubunun dersteki başarılarının (Ardaç & Akaygün, 2005; Ayvacı vd., 2012; Çevik vd., 2017; Hayashi vd., 1966; Karaçöp vd., 2009; Rieber, 1990a; Sanger, Phelps & Fienhold, 2000; Sanger & Badger, 2001; Şeker & Kartal, 2017; Temur vd., 2017; Yanmaz & Bozdoğan, 2016), kavramsal öğrenmelerinin (Akaygün, 2016; Al-Balushi & Al-Hajrib, 2014; Ardaç & Akaygün, 2004; Barak vd., 2010; Ebenezer, 2001; Handal vd., 1999; Kelly & Jones, 2007; Marcano vd., 2004; Sanger, 2007; Williamson & Abraham, 1995), hatırlama düzeylerinin daha yüksek olduğu (Daşdemir & Doymuş, 2012a; Daşdemir & Doymuş, 2012b; Sezgin & Köymen, 2002), kavram yanlışlarının azaldığı (Burke vd., 1998; Gökulu, 2013; Sanger & Greenbowe, 2000), uzamsal yeteneklerinin daha ileride olduğu (Akıllı & Seven, 2013; Al-Balushi vd., 2016; Yang, Andre & Greenbowe, 2003), fen dersine karşı tutumlarının daha olumlu olduğu (Ardaç & Akaygün, 2005; Daşdemir vd., 2012; Daşdemir & Doymuş, 2013; Gökçe & Saraçoğlu, 2018; Wishart, 2016), eleştirel düşüncelerinin geliştiği (Evrekli & Balım, 2015) bulunmuştur. Animasyonların kavram yanlışlarının oluşmasını önlemede ve ortadan kaldırmada yardımcı olduğu (Burke, Greenbowe, & Windschitl, 1998), animasyondaki görsellerin kavram yanlışlarını azalttığı (Sanger & Greenbowe, 2000), ve mikroskobik olayların zihinde canlandırılmasını sağlayarak kavramsal öğrenmeyi kolaylaştırdığı (Sanger vd., 2007) fark edilmiştir. Çalışmalarda kullanılan animasyonlarda ikili kodlama prensibi dikkate alınmamış olup içinde animasyonun da yer aldığı Web tabanlı tasarımlar (Şeker & Kartal, 2017), çizgi filmler (Ayvacı vd., 2012), oyun geliştirme teknolojileri (Çevik vd., 2017), çoklu ortamlar (Ebenezer, 2001; Yanmaz & Bozdoğan, 2017), video (Gökçe ve Saraçoğlu, 2018), somut modeller (Al-Balushi & Al-Hajrib, 2014), simülasyon (Yener, Aydın, & Köklü, 2012) gibi çeşitli öğretim tekniklerinden ve farklı anlatım tekniklerinden (Mayer & Anderson, 1992; Karaçöp vd., 2009) yararlanılmıştır. Bazı çalışmalarda öğrencilere animasyon izlettirmekten ziyade onlara animasyon hazırlattırılmış ve bu animasyonların kavramsal anlamaya ve animasyon kullanımına karşı tutumlarına (Wishart, 2016) olan etkisi araştırılmıştır. Animasyonun kullanıldığı bazı araştırmalarda ise her zaman beklenen değerde akademik başarıda artış (Daşdemir, 2016), öğrenci tutumlarında herhangi bir değişim (Güven & Sülün, 2012) ya da bilginin kalıcılığında beklenen yönde değişikliğin olmadığı (Emrahoğlu & Bülbül, 2010) görülmektedir

Atomun Yapısı Konusunda Kavramsal Öğrenme

Fen ve teknoloji dersi; öğrencilerin mevcut bilgilerinin gözden geçirildiği, günlük yaşamdaki olayların farkında olduğu, öğrencinin bilişsel aktivitelerine ve kavramsal değişime izin verilen öğrenme ortamlarında yürütülmelidir (Pekdağ, 2005). Anlamli ve kavramsal öğrenmenin olması için, öğrencilerin yeni ve eski bilgileri birbirleriyle tutarlı bir şekilde ilişkilendirerek farklı durumlara zorlanmadan uygulayabilmeleri gerekmektedir. Yanlış ya da tutarsız yapılandırılması durumunda ise zihinlerinde bilimsel olmayan kavramları geliştirmektedirler (Garnett, Garnett, & Hackling, 1995).

Fen bilimleri alanındaki araştırmalarda birçok konu ile ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarının olduğu bulunmuştur (Boo,1998; Karakuyu vd., 2006; Kikas, 2004; Lee vd., 1993). Fen kavramlarının ilköğretim döneminde bilimsel olarak doğru kavranması, sağlam bir temel sağlayarak sonraki süreçlerdeki öğrenmeleri kolaylaştıracaktır (Çiçek, 2008). Kavram yanlışlarının oluşması ve ortadan kaldırılmaması, sonraki öğrenmeleri etkileyerek kavramsal değişimi engellemektedir (Hewson & Hewson, 1983). Fen kavramlarının soyut ve karmaşık yapıda olması ve günlük hayatta kullanılan kelimelerin bilimsel olmaması ya da yanlış anlamda kullanılmasından ötürü öğrenciler zihinlerinde tam olarak kavramları öğrenememekte ve kavram yanlışlarına sahip olmaktadır (Taber, 2003). Fen eğitiminde özellikle kimya konularının soyut olması da kavram yanlışlarının sebeplerinden biri olmaktadır (Meşeci, Tekin, & Karamustafaoğlu, 2013). Öğrenciler kimyadaki birçok soyut kavramı anlamakta zorlandıkları için ezberlemeye çalışmakta (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987), soyut olan kimyasal olaylar hakkında ise eksik ya da hatalı zihinsel modeller oluşturmaktadırlar (Russell vd., 1997). Bilimsel olarak doğru zihinsel modellerin oluşturulması ise anlamli ve kavramsal öğrenmenin gerçekleşmesi için gerekli olduğundan dolayı öğrencilerdeki kavramsal değişimin sağlanması gerekmektedir (Nakhleh & Postek, 2008). Öğrencilerdeki kimya konusundaki kavram yanlışlarının nedeni araştırıldığında ise kavramsal değişimi tam olarak yerine getirmedikleri, anlamli ve kavramsal öğrenme olmadığı görülmüştür (Tao & Gunstone, 1999).

Anlamalı ve kavramsal öğrenme ile ilgili çalışmaların çoğu, Piaget'in kavramları özümleme ve çözümlene süreciyle alakalıdır. Piaget'e göre, özümleme; yeni ve eski bilgiyi tutarlı bir şekilde şemalarla birleştirme, çözümlene ise, yeni bilgiler için farklı şemalar oluşturma olarak tanımlanmaktadır (Tao & Gunstone, 1999). Birçok öğrenci, kavramları özümleme ve çözümlene süreçlerinde sorun yaşadıkları için kimyayı öğrenme konusunda çaba harcamalarına rağmen kavram yanlışlarına sahip olmaktadır (Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Bu kavram yanlışlarının ortadan kaldırılması konusundaki çalışmalar ise öğrencilerin öğrenme stillerine göre farklı öğretim tekniklerine başvurulması gerektiğini savunmuşlardır (Linder, 1993; Tytler, 1998). Kavram yanlışlarına yönelik hazırlanan öğretim tekniklerinin ve malzemelerin geliştirilmesi yönündeki çalışmalar ise multimedya öğrenme ortamı için temel oluşturmaktadır (Hewson & Hewson, 1983). Bu teknolojiler sayesinde öğrencilerin bilimsel süreç becerileri gelişip bilime karşı merakları artarak anlaşılması zor olan soyut konuları bile kolaylıkla kavrayacaklardır (Clark & Jorde, 2004). Özellikle kavram yanlışlarına rastlanılma ihtimali fazla olan atomun yapısı gibi soyut konularda bu teknolojilerin kullanılması da öğrencilerin kavram yanlışlarının oluşmasını önleyip kavramsal öğrenmelerine yardımcı olmaktadır (Özgür & Bostan, 2007).

Atomun yapısı konusundaki çalışmalarda, öğrencilerin bu konuda öğrenme güçlüğü yaşadıkları ve kavram yanlışlarının olduğu bulunmuştur (Çökelez & Yalçın, 2012; Harrison & Treagust, 1996; Obut, 2005; Özdilek, 2006; Özgür & Bostan, 2007; Tuncel, 2009). Kavramsal öğrenme öğrencilerin akademik başarılarına da bağlı olduğu için kavramsal değişimi sağlayacak etkinliklere yer verilmeli ve kavramlar üzerinde daha fazla düşünmeleri sağlanmalıdır (Demircioğlu, Aydın, & Demircioğlu, 2012). Kavram yanlışlarını önlemek ve gidermek için sınıf içi tartışmaların sonrasında yanlış kavramlar vurgulanmalı ve öğrencilerin kendi kavramlarını kendilerinin oluşturması için gereken imkân sağlanmalıdır (Beerenwinkel, Parchmann, & Grasel, 2011). Atomun yapısı konusunda, multimedya öğretim ortamı araçlarından olan animasyonun kullanılması anlamlı ve kavramsal öğrenmeye yardımcı olmakta (Çekbaş vd., 2003) ve derse karşı olan tutumu olumlu etkilemektedir (Canpolat & Tağ, 2014).

Atomun Yapısı Konusunda Yapılan Çalışmalar

Atom, yapı olarak mikroskobik boyuttan da çok küçük olduğu için atomun yapısı konusunda ki çalışmaların çoğu hala devam etmektedir (Kaya, 2018). Atomun gerçek şekli ve yapısı ile ilgili yüzyıllardır ortaya atılmış kuramlar ve modeller vardır ve her yeni araştırma bir öncekinin eksiklerini bulacak şekilde bu konuda yeni bilgiler öne sürmüştür (Yıldız, 2006). Bu nedenle, literatürde atomun yapısı konusunda hem betimsel hem de deneysel çalışmalar yapılmıştır.

Canpolat vd. (2004) yaptıkları bu çalışmada, maddenin tanecikli yapısı konusunda öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesi ile ilgili 1992-2003 arasındaki çalışmaları incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, atomların mikroskopla görülmesi, hal değişiminde atomların şeklinin ve boyutunun değişmesi, maddelerin hepsinin atomlarının aynı ağırlıkta olması, atom ve moleküllerin hızlarının aynı olması ve hareketli olmalarından dolayı canlı olması gibi kavram yanlışları bulunmuştur.

Thagard ve Toombs (2005) yaptıkları bu çalışmada, tarihten bugüne atomun kavramsal değişim sürecini ve atom teorilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, en çok atomun bölünebilir olup olmadığının tartışıldığı, atom, element ve molekül kavramlarının teorilerle tam olarak tanımlanmasa da açıklanmaya çalışıldığı, somut olarak gösterilip açıklanmasında zorlanıldığı, element ve molekül kavramını anlamının atom kavramını anlayarak olabileceği bulunmuştur.

Kapıcı ve Akçay (2016) yaptıkları bu çalışmada, 2010-2016 yılları arasında maddenin tanecikli yapısı konusunda yapılan 21 çalışmadaki ortaöğretim ve lise öğrencilerinin kavram yanlışlarını, hangi veri toplama araçları ile yapıldığını ve uygulamalarının nasıl olduğunu araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, açık uçlu sınavların ve görüşmelerin en çok tercih edildiği, taneciklerin renksiz olmasından dolayı atomun görülmemesi, taneciklerin eşit kütleli olması, hal değişiminde atom sayısının da değişmesi gibi kavram yanlışlarına rastlanılmıştır.

Özmen (2011) çalışmasında, atomun yapısı konusunda dördüncü, beşinci ve altıncı sınıf düzeyindeki 12 öğrencinin kavram yanlışlarını araştırmıştır. Araştırmacının hazırladığı beş açık uçlu soruluk görüşme kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin maddenin altmikroskopik gösterimini anlamakta zorlandıkları, atomun taneciklerinin boyutları, hızları ile ilgili kavram yanlışlarına sahip olduğu, öğrencilerin bu konudaki kavramsal öğrenmelerinin çok yönlü olup günlük yaşamdaki tecrübeleri konusunda da zorlandıkları bulunmuştur.

Meşeci, Tekin ve Karamustafaoğlu (2013) yaptıkları bu araştırmada, maddenin tanecikli yapısı konusunda altıncı sınıftaki 31 öğrencinin kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Uygulamada, araştırmacıların hazırladığı on soruluk başarı testi uygulanmış ve öğrencilerin maddenin küçük parçalara ayrıldıkça madde olma özelliğini kaybetmesi gibi kavram yanlışlarının olduğu bulunmuştur.

Muştu ve Uçer (2018) yaptıkları bu araştırmada, 90 ortaöğretim öğrencisinin atom ile ilgili kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Araştırmacıların hazırladığı altı soruluk test uygulanıp sonucunda, beşinci ve altıncı sınıf öğrencilerinin verdiği cevapların genellikle yanlış olduğu, yedinci ve sekizinci sınıftakilerin çoğunluğunun ise doğru cevaplar verdiği ve atomu maddenin en küçük yapı birimi olarak ifade ettikleri görülmüştür. Yanlış cevap veren beşinci, altıncı ve yedinci sınıfların atom kavramını patlayıcı maddeler ile sekizinci sınıfların ise hücre kavramı ile açıklamışlardır.

Avcı, Acar-Şeşen, ve Kırbaşlar (2014) yaptıkları bu araştırmada, 217 ortaöğretim yedinci sınıf öğrencisinin madde konusu ile ilgili kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Uygulamada, araştırmacılar tarafından geliştirilen 32 sorudan oluşan kavram testi kullanılmış ve öğrencilerin atomun mikroskopla görülmesi, farklı elementlerin aynı atomlardan oluşması, tanecikler arası boşluk olması, yalnızca çekirdekten oluşması, nötr atom ve taneciklerin yeri ile ilgili kavram yanlışlarının olduğu görülmüştür. Öğrencilerin element-karışım gibi kavramları birbirlerinin yerine kullandıkları ve altmikroskopik gösterimde sorun yaşadıkları bulunmuştur.

Özgür ve Bostan (2007) yaptıkları bu araştırmada, 105 altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencisinin atom kavramı ile ilgili epistemolojik kökenli kavram yanlışları ve tarih boyunca karşılaşılan epistemolojik engellerle arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Uygulamada araştırmacıların oluşturduğu beş soruluk kavram yanlışları tespit anketi kullanılmış olup 20 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilerek daha kapsamlı bilgiler toplanmıştır. Literatürde atom ile ilgili epistemolojik engeller ile öğrencilerin konuyla ilgili kavramları karşılaştırılmış ve çalışma sonucunda benzerlikler olduğu bulunmuştur.

Özalp ve Kahveci (2015) yaptıkları bu araştırmada, maddenin tanecikli yapısı konusunda ontolojik kavramlardan faydalanılarak tanımlayıcı bir ölçek geliştirip ortaöğretim ve lise düzeyindeki 696 öğrencinin kavram yanlışlarını bu ölçeğe göre incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin çoklu gösterimler konusunda zorlandıkları ve çözünme olayını altmikroskopik düzeyde açıklayamadıkları görülmüştür. Öğrencilerin canlıların atomlarının da canlı olduğu, katı maddelerin atomları arasında boşluk olmadığı için demir atomlarının hareket edemediği gibi kavram yanlışlarının olduğu da bulunmuştur.

Kaya (2018) tarafından yapılan bu çalışmada, 271 tane lise öğrencilerinin atomla ilgili kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin %42'sinin atomun parçalara ayrılmaması, şekli, çekirdeğinin şekli, yapısı ve elektronların hareketleri ile ilgili kavram yanlışlarının olduğu ve yarısından fazlasının atom altı parçacıklarını bilmedikleri bulunmuştur.

Tezcan ve elik (2009) yaptıkları bu araştırmada, farklı düzeylerdeki 97 kimya öğretmen adayının atom konusundaki kavram yanlışlarını ve bilgilerinin kalıcı olma düzeylerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin bazılarının kavram yanlışlarının olduğu, zihinlerinde atom kavramını tam olarak yapılandıramadıkları ve bilgilerin kalıcı olma düzeyleri noktasında son sınıf öğrencilerinin daha başarılı olduğu bulunmuştur.

Kavram yanlışlarının nedeninin tespiti noktasında Kapıcı ve Savaşçı-Açıklı (2015) yaptıkları bu çalışmada, maddenin tanecikli yapısı konusunda ortaokul fen kitaplarındaki 825 görsel temsil düzeyi, metin ve başlıklara sahip olması gibi özelliklere göre incelemiştir. Uygulamada, görseller Gkitzia ve arkadaşları (2011) tarafından geliştirilen rubriğe göre incelenmiş ve sonucunda en yaygın düzeyin makroskobik olduğu, on resimden dördünün metinle uyduğu ve yarısından çoğunun ise başlıksız olduğu bulunmuştur.

Anne ve Roland (2009) yaptıkları bu çalışmada ise , 120 lise öğrencisinin atom ve hücre yapısı ile ilgili kavram yanlışlarını ve zihinsel modellerini incelemiştir. Öğrenci çizimleri önce bireysel sonra kendi aralarında sınıf düzeylerine göre incelenmiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin en çok Bohr atom modelini çizdiği, atom ve hücrenin benzemeleri noktasında net cevaplar verirken açıklamalarının bilimsel olmadığı görülmüştür.

Yıldız (2006) yaptığı çalışmada, analogi modelleri ile atom modellerinin öğrencilerin zihinsel modellerine olan etkisini ve aralarındaki ilişkiyi incelemiştir. Uygulama sürecinde ilk olarak, öğrencilerin zihinsel modelleri belirlenip analogi ve tarihsel modellere göre gruplandırılmış ve bu modellerin zihinsel modelleri etkilediği bulunmuştur. Grupların zihinsel modelleri birbiriyle kıyaslanıp aralarındaki ilişkiler araştırılmış ve ilköğretim ile ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin benzer olduğu görülmüştür. Son aşamada ise, ilköğretim fen bilgisi ve ortaöğretim kimya ders kitaplarındaki atom modelleri ve modelleme etkinlikleri incelenip farklı birçok atom modeli ve analogi modeli olduğu, Modern atom modeline ait uygun modelin olmadığı bulunmuştur. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin zihinsel modellerinin analogi ve tarihsel modellerden etkilenip, Modern atom modelinin zihinlerinde oluşmadığı tespit edilmiştir.

Karagöz ve Sağlam-Arslan (2012) yaptıkları bu araştırmada, 45 ortaöğretim yedinci sınıf öğrencisinin atomun yapısı konusundaki zihinsel modelleri araştırmışlardır. Uygulamada araştırmacıların geliştirdiği altı soruluk test kullanılmış ve öğrencilerin atomun yapısını Güneş Sistemi, Tanecikli Yiyecek, Dünya ve Dönme Dolap Modellerine benzer çizdikleri görülmüştür. Çizilen modellerde öğrencilerin atomu somut bir yapıya benzetip, hepsinin taneciklerden oluştuğunu doğru bir şekilde ifade ederken hareket ve konularından hiç bahsetmedikleri bulunmuştur.

Çökelez (2012) yaptığı bu araştırmada, 126 beşinci ve yedinci sınıf öğrencisinin atomun şekli ve büyüklüğü konusunda iki yıl içindeki zihinsel modellerindeki değişimi incelemiştir. Uygulamada, araştırmacının hazırladığı üç soruluk anket kullanılmış olup çalışma sonucunda öğrencilerin atomun yapısını zihinlerinde canlandırmakta zorlanmasına rağmen karmaşık ve soyut modellerle çalıştıkları görülmüştür.

Harrison ve Treagust (1996) yaptıkları bu araştırmada, 48 ortaöğretim ve lise öğrencisinin atom ve molekülle ilgili zihinsel modellerini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin çoğunun Güneş Sistemi modelini tercih ederken, Orbital modelinden kaçındıkları bulunmuştur. Öğrencilerin modelleştirme konusunda oldukça zayıf oldukları, modelin gerçeğinin aynısı olduğunu savundukları, atomun mikroskopla görülebildiğini ve cansız olduğunu, bazılarının ise canlı gibi doğup, büyüyüp, öldüğüne inandıkları görülürken şeklini ise top ve küreye benzettikleri görülmüştür. Öğrencilerin çoğunun elektron bulutunu ifade ederken, kabuktan hiç bahsetmedikleri bulunmuştur.

Yaseen ve Akaygün (2016) yaptıkları bu araştırmada, farklı liselerdeki 90 lise öğrencisinin atomun yapısı konusundaki zihinsel modellerini inceleyip ders kitaplarındaki atom modelleri ile kıyaslamışlardır. Araştırmacılar geliştirdikleri dört soruluk Zihinsel Model Atom Testi ile 507 atom modeli gösteriminde oluşan Atom Gösterimleri Değerlendirme Anahtarı kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrenci çizimlerinin ders kitabındaki modellerle benzemediği, en çok Bohr atom modelinin çizildiği, sınıf seviyesinin arttıkça kendi modellerini kullanmayı tercih ettikleri, öğrencilerin çok azının atomun hareketli yapısından bahsettikleri görülmüştür.

Demirci, Yılmaz ve Şahin (2016) yaptıkları bu araştırmada, ortaöğretim ve üniversitede öğrencilerinin atomla ilgili zihinsel modellerine yönelik yapılan araştırmaları inceleyerek genel bir temaya ulaşmaya çalışmışlardır. Uygulama sürecinde, literatür taraması yapılmış ve ortak temalar oluşturup bunlar üzerinden analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, bazı öğrencilerin basit küre veya çekirdek etrafına elektronları çizerken, elektron bulutundan çok az öğrencinin bahsettiği, molekülün atomdan küçük olması, atomun yalnızca çekirdeklerden oluşması ve küresel yapıda olması gibi kavram yanlışlarının olduğu ortaya çıkmıştır.

Kiray (2016) yaptığı bu araştırmada, 142 fen öğretmeni adaylarının atom konusundaki zihinsel modellerini araştırmıştır. Çizimler incelendikten sonra Rutherford atom modeli, Bohr atom modeli, Olasılık yörünge modeli, Olasılık modeli, Elektronyum modeli, Elektronyum yörünge modeli, Orbital modeli, Dalga yörünge modeli olarak sekiz kategori oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda, en fazla Bohr atom modeli çizilirken, en az Olasılık ve elektronyum yörünge modelini çizdikleri ve atom, atom modeli ve elektron bulutu ile ilgili kavram yanlışlarının olduğu bulunmuştur.

Ergün ve Sarıkaya (2014) yaptıkları bu çalışmada, maddenin tanecikli yapısı konusunda modele dayalı aktivitelerin 166 farklı düzeylerdeki ilköğretim ve ortaöğretim öğrencisinin kavram yanlışlarını ortadan kaldırmasındaki etkisini araştırmışlardır. Modele dayalı aktivitelerde, kömür, iğne, naftalin, farklı renklerdeki boncuklar ve çekiç sıralara konulup çeşitli sorular sorulmuş ve bu sorularla ilgili istenileni modeller üzerinde uygulayıp tartışmaları sağlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin büyük çoğunluğundaki kavram yanlışlarının ortadan kalktığı görülmüştür.

Demircioğlu, Altuntaş-Aydın ve Demircioğlu (2012) yaptıkları bu araştırmada, atomun yapısı konusunda kavramsal değişim metinleri ve model kullanımının 46 yedinci sınıf öğrencisinin kavramsal öğrenmelerine ve kavram yanlışlarının ortadan kaldırılmasındaki etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, deney grubunun daha başarılı olduğu görülmüştür.

Gökulu ve Geban (2014) yaptıkları bu araştırmada, atom, molekül, iyon ve madde konusunda kavramsal değişim metinleri kullanımının 70 tane yedinci sınıf öğrencisinin kavramsal öğrenmelerine, fen bilgisi dersine yönelik tutumlarına olan etkisini araştırmışlar ve cinsiyet farkının öğrencilerin kavramları öğrenmelerine olan etkisini incelemişlerdir. Kavramsal değişim metinlerinin içinde yer alan analogiler; “Atom, yuvarlak katı bir küredir.”, “Atom çekirdeğin etrafındaki noktalardan oluşur.”, “Çiçek arabayla ezildiğinde atomları da ezilir.” şeklinde ifade edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, deney grubunun daha başarılı olduğu, cinsiyet farkının anlama ve fen bilgisi dersine yönelik tutum açısından herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Çalık vd. (2009) yaptıkları bu araştırmada, atomun yapısı, atom ve iyonun farkı ile izotop atomlar konusunda geleneksel öğretim ile yapılandırmacı öğretimde kullanılan çalışma kâğıtlarındaki analogilerin 36 yedinci sınıf öğrencisindeki kavram yanlışlarını ortadan kaldırması üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, deney grubunun daha başarılı olduğu, analogilerin kavram yanlışlarını azaltırken, yeni kavram yanlışlarına da neden oldukları görülmüştür.

Muştu ve Özkan (2017) yaptıkları bu araştırmada, atom konusunda analogi kullanımının 47 fen bilgisi öğretmenliği üniversite öğrencisinin oluşturduğu modellere olan etkisini araştırmışlardır. Uygulama sürecinde, öğrencilerle ilk olarak atom ve modeller tartışıp bunlarla ilgili analogiler hazırlamaları istenilmiş, sonrasında ise model üzerinde bu analogilerin benzerlik ve farklılıkları tartışılmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin günlük yaşamdaki somut örneklerden faydalanılarak analogileri ürettikleri ve bu nedenle kolaylıkla güneş sistemi ve atomun yapısını benzettikleri, modelleri arasında benzerliklerin olmasına rağmen analogilerle modellerin uyuşmadığı görülmüştür.

Liao ve She (2009) yaptıkları bu araştırmada, atomun yapısı konusunda araştırmacılar tarafından oluşturulan “Bilimsel Kavram Oluşturma ve Yeniden Yapılandırma” adındaki web tabanlı öğretim materyalinin 211 sekizinci sınıf öğrencisinin kavramsal değişim ve bilimsel akıl yürütme becerilerine olan etkisini araştırmışlardır. Oluşturulan sistem, Java destekli normal, iyi ve uzman seviyesinin

olduğu öğrencilerin kendilerini deneyebileceği kısa cevaplı açıklama sorular, eşleştirmeler ve boşluk doldurmalar içermektedir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen kalıcılık ve akıl yürütme testleri uygulama öncesi ve sonrasında uygulanılmış ve deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur.

Kahraman ve Demir (2011) yaptıkları bu araştırmada, atomun yapısı konusunda bilgisayar destekli öğretimin 145 tane fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinde görülen kavram yanılgılarını gidermedeki etkisini incelemişlerdir. Dersler, deney grubunda araştırmacılar tarafından 3D Max 9 programıyla geliştirilen resim, animasyon ve simülasyonlarla konu anlatıldıktan sonra, laboratuvarında uygulama imkânı verilerek işlenirken, kontrol grubunda geleneksel yöntemde iki boyutlu resimlerle işlenilmiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin bu konuda kavram yanılgılarının olduğu ve ortadan kaldırma konusunda bilgisayar destekli öğretimin daha etkili olduğu bulunmuştur.

Atomun yapısı ile ilgili betimsel ve deneysel çalışmalarda kavram yanılgılarının tespiti, giderilmesi ve nedenleri üzerinde durulmuştur. Betimsel çalışmalarda literatürdeki kavram yanılgıları Tablo 2.1'de verilmiştir. Ayrıca, betimsel çalışmalarda atomun kavramsal değişimi (Çökelez, 2012; Thagard & Toombs, 2005), öğrencilerdeki kavram yanılgıları (Avcı vd., 2014; Kaya, 2018; Meşeci vd., 2013; Muştu & Uçer, 2018; Özalp & Kahveci, 2015; Özmen, 2011; Tezcan & Çelik, 2009), atom ve hücre arasındaki ilişki (Anne & Roland, 2009; Muştu & Uçer, 2018), atom modellerinin öğrencilerin zihinsel modellerine olan etkisi (Yıldız, 2006), öğrencilerin zihinsel modelleri (Demirci, Yılmaz & şahin, 2016; Harrison & Treagust, 1996; Karagöz & Sağlam-Arslan, 2012; Kiray, 2016; Yaseen & Akaygün, 2016), kavram yanılgılarının nedeni olarak ders kitaplarındaki ifadeler ve görseller (Kapıcı & Savaşcı-Açıkalm, 2015) üzerinde durulmuştur. Deneysel çalışmalarda kavram yanılgılarının giderilmesinde farklı öğretim yöntemleri (Çavdar & Doymuş, 2016), model kullanımı (Ergün & Sarıkaya, 2014), model ve simülasyon kullanımı (Minaslı, 2009), model ve kavramsal değişim metinleri kullanımı (Demircioğlu vd., 2012), model ve analogi kullanımı (Muştu & Özkan, 2017), analogi kullanımı (Çalık vd., 2009; Gökulu & Geban, 2014), bilgisayar destekli eğitim (Kahraman & Demir, 2011; Liao & She, 2009) araştırılmıştır.

BÖLÜM III: YÖNTEM

Araştırmanın amacı, atomun yapısının öğretiminde animasyon destekli etkinliklerin yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine ve tutumlarına etkisini incelemektir. Bu doğrultuda, araştırma sorusu ise “Atomun yapısı konusunda animasyon destekli etkinliklerin yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine ve tutumlarına etkisi nedir?” olarak belirlenmiştir.

3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ

Bu çalışmada nicel ve nitel verilerden ortaya konulan farklı bakış açılarını karşılaştırmak, tek bir yöntemin barındırdığı eksiklikleri giderebilmek, animasyonun varsa etkisini daha iyi ortaya koyabilmek ve veri çeşitlemesiyle elde edilen bulguların tutarlılığını kontrol edebilmek için karma yöntem araştırma modeli tercih edilmiştir. Nicel ve nitel veriler birlikte toplanıp elde edilen bulgular birbiriyle kıyaslandığından dolayı yakınsayan paralel karma araştırma metodolojisi kullanılmıştır. Bu çalışmada da, ölçme araçlarından toplanan nicel veriler, katılımcıların kavramsal anlamalarının daha kapsamlı ve derinlemesine incelendiği nitel veriler ile birlikte sunulup karşılaştırıldığından dolayı bu model tercih edilmiştir (Creswell, 2016).

3.1.1. Değişkenler

Uygulamada ikili kodlama prensibine uygun olarak araştırmacı tarafından hazırlanan animasyona dayalı etkinliklerin uygulanması bağımsız değişkendir. Uygulamada Atomun Yapısı ile İlgili Başarı Testi ile ölçülecek olan öğrencilerin akademik başarıları, Atomun Yapısı Değerlendirme Soruları ile ölçülecek olan kavram yanlışları; Animasyon Görüş Ölçeği ile ölçülecek olan öğrencilerin animasyon kullanımına karşı olan tutumları; Atom görüşme formundan elde edilen veriler ve çalışma kâğıtları bağımlı değişkenlerdir.

3.2. ÇALIŞMA GRUBU

Araştırma, Bursa ilinde bir devlet ortaokulunun 2017-2018 eğitim öğretim güz döneminde yedinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma etik yönden uygun bulunmuştur (Ek-1). Gerekli olan yasal izin ise Milli Eğitim Bakanlığında alınmıştır (Ek-2).

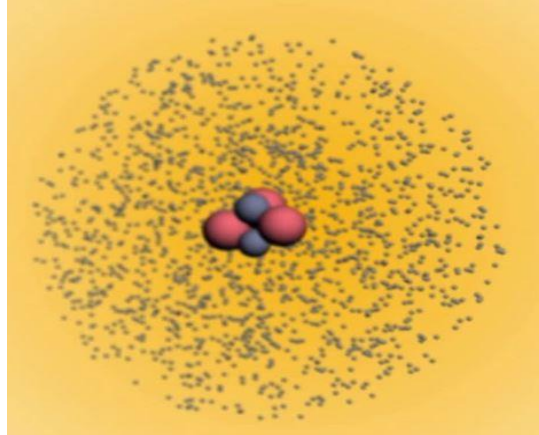
Bu çalışmada aynı sınıf düzeyinde iki farklı şubeden biri deney grubu diğeri kontrol grubu olarak rastgele seçilmiştir. Deney grubunda 30 öğrenci, kontrol grubunda 32 öğrenci olmak üzere toplam 62 öğrenci araştırmaya katılmıştır.

3.2.1. Uygulama Süreci

Uygulama Bursa ilinde bir devlet ortaokulunun 2017-2018 eğitim öğretim yılı güz yarıyılında yedinci sınıf öğrencileri üzerinde üç hafta süreyle toplam on ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Test uygulamaları dâhil toplamda dört hafta devam etmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmeler ise son test uygulamasından iki hafta sonra bir ay içinde her bir görüşme 25-45 dakika olacak şekilde 24 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir.

Dersler, kontrol grubunda araştırmacı tarafından Fen Bilimleri öğretim programına (MEB, 2013) göre işlenmiştir (Ek-3). Ders işlenirken ders kitabındaki görsellerden yararlanılmıştır. Uygulanan ilk ders planı tablo 3.1’de verilmiştir.

Resim 3-1: Kontrol grubunda kullanılan görsellere örnek



Tablo 3-1: Yöntem-Kontrol grubu örnek ders planı

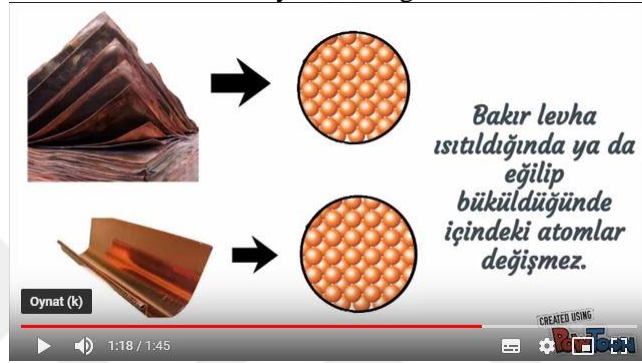
Konu	Atomun Yapısı
Kazanım	Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir.
Süre	80 Dakika
Ders Planı	<ol style="list-style-type: none"> 1. Öğretmen sınıfa elinde A4 kağıdıyla girip en küçük parça elinde kalana kadar yırtarak “Bunu gözle görülemeyecek hale getirilip getirilemeyeceğini” sorarak ilgilerini çeker.(5 dakika) 2. Sonra gözle görülemeyecek kadar küçük olan bu parçaların ne olabileceği tartışılır ve “atom” kavramına sorular üzerinden geçiş yapılır.(5 dakika) 3. Sınıfta sıraları oluşturan atomlarla kalemlerini oluşturan atomların aynı olup olmadıkları sorulur ve tartışılır.(5 dakika) 4. Tartışmadan sonra “Demir elementi” resmi(Ek-1) gösterilerek kaç farklı atom olduğu sorulup bu şekilde aynı tür atomlardan oluşan yapılara ne ad verileceği sorularak “element” kavramına geçiş yapılır(10 dakika). 5. Daha sonra daha önceden hazır olan element modelleri üzerinde sarı topların takılı olduğu modelin ve sarı, kırmızı topların olduğu modelin element olup olmadığı sorularak tartışılır.(10 dakika). 6. Ardından Elementler Çalışma Kâğıdı(Çalışma Kâğıdı-1) dağıtılarak altın, bakır, gümüş, alüminyum elementlerinin makroskobik görüntüleri verilerek atomlarını çizmeleri ve kendilerinin de bildikleri başka elementler varsa çizmeleri istenir(20 dakika). 7. Daha sonra Atom Çalışma Kâğıdı (Çalışma Kâğıdı-2) dağıtılarak bakır levha eğildiğinde ya da ısıtılıp genişlediğinde içindeki atomların da değişip değişmemesiyle ilgili soruları cevaplamaları istenerek varsa kavram yanılgıları anlamaya çalışılır.(15 dakika) 8. Ayrıca insan olarak bizim de elementlerden oluşup oluşamayacağımız tartışılır ve insan vücudunda olabilecek elementlerin neler olacağını tahmin etmeleri istenir ve Gelen cevaplardan doğru olanlar sınıfça tartışılırken tahtaya yazılır ve en fazla hangisinin bulunduğu sorularak tartışılır(10 dakika).

Dersler, deney grubunda ise Fen Bilimleri öğretim programında kullanılan metotlara ek olarak atomun yapısı konusu ikili kodlama prensibine göre araştırmacı tarafından hazırlanan animasyon izlenirken yapılan tartışmalarla işlenmiştir (Ek-4). Animasyon uzunluğu için en uygun zaman dilimi 60-90 saniye arasındadır ve zaman arttıkça dikkat süresi azalmaktadır (Forno, 2017). Bu nedenle kullanılacak olan animasyonlar en fazla 1,5 dakika uzunluğunda olacak şekilde konuyla ilgili bilgi ve görsel aynı zamanda verilirken sözel bilgi animasyonda sesli olarak da verilmiştir. Bu şekilde, ikili kodlama prensibine göre öğretim programındaki kazanımlar ışığında ders kitabındaki bilgiler ve görsellerden yararlanılarak araştırmacı tarafından Powtoon programıyla hazırlanmıştır. Hazırlanan animasyonlar bu konuda uzman öğretim görevlisi tarafından incelenmiş olup düzenlenmiştir. Animasyonlarda kontrol grubunda kullanılan görsellerle aynı görseller kullanılmış olup bu görsellere hareket özelliği katılmıştır. Ayrıca her bir kazanımla ilgili olarak yapılan olan animasyonlar kazanımlarla uyumlu ve ayrı olarak tablo 3.2’de sunulmuştur. Uygulanan ilk ders planı ise tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3-2: Yöntem-Animasyon-Kazanım-Ders planı

Kazanımlar	Kullanılan Ders Planı	Gösterilen Animasyonun Adı
Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir.	Ders Planı 1	Atom
	Ders Planı 3	Atomun yapısı
Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular.	Ders Planı 5	Atom modelleri
İyonların nasıl oluştuğunu kavrar, anyon ve katyonlara örnekler verir.	Ders Planı 6	Katmanlar
	Ders Planı 7	İyon

Resim 3-2: Animasyon ekran görüntüsü



Tablo 3-3:Yöntem-Deney grubu örnek ders planı

Konu	Atomun Yapısı
Kazanım	Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir.
Süre	80 Dakika
Ders Planı	<ol style="list-style-type: none"> 1. Öğretmen sınıfa elinde A4 kağıdıyla girip en küçük parça elinde kalana kadar yırtarak “Bunu gözle görülemeyecek hale getirilip getirilemeyeceğini” sorarak ilgilerini çeker.(5 dakika) 2. Sonra gözle görülemeyecek kadar küçük olan bu parçaların ne olabileceği tartışılır ve “Atom ” animasyonu izletilerek “Atom kavramını daha önce duydunuz mu?” sorusu açılıp tam orada durdurularak duyup duymadıkları ve ya ne duydıkları hakkında bilgi alınır. Daha sonra animasyona devam edilip “ Ya da hiç atom gördünüz mü?” sorusu açılıp tam orada durularak görüp görmedikleri, sonrasında animasyona devam edilip “Bir tane bile görmediniz mi?” sorusu açılıp tam orada durularak çevrelerinden örnek vermeleri istenir. (10 dakika) 3. Sonrasında animasyona devam edilerek altın kolye ve bakır çaydanlığın atomları gösterildikten sonra animasyon durdurularak” Farklı maddelerin atomlarının farklı mı yoksa her maddenin atomu aynı mıdır?” sorusu sorulup tartışıldıktan sonra animasyona devam edilerek kavram yanlışları giderilmeye çalışılır.(5 dakika) 4. Daha sonra Atom Çalışma Kâğıdı (Çalışma Kâğıdı-1) dağıtılarak bakır levha eğildiğinde ya da ısıtılıp genleştiğinde içindeki atomların da değişip değişmemesiyle ilgili soruları cevaplamaları istenir ve animasyona devam edilerek varsa kavram yanlışları anlamaya çalışılır.(15 dakika) 5. “Peki sadece aynı tür atomlardan oluşan yapılara ne denildiğini biliyor musunuz?” sorusunda durularak tartışılıp “Sadece tek tür atomlardan oluşan yapılara element denir” animasyonuna devam edilir(5 dakika). 6. Daha sonra daha önceden hazır olan element modelleri üzerinde sarı topların takılı olduğu modelin ve sarı, kırmızı topların olduğu modelin element olup olmadığı sorularak tartışılır.(10 dakika). 7. Ardından Elementler Çalışma Kâğıdı(Çalışma Kâğıdı-2) dağıtılarak altın, bakır, gümüş, alüminyum elementlerinin makroskobik görüntüleri verilerek atomlarını çizmeleri ve kendilerinin de bildikleri başka elementler varsa çizmeleri istenir(20 dakika). 8. Ayrıca insan olarak bizim de elementlerden oluşup oluşamayacağımız tartışılır ve insan vücudunda olabilecek elementlerin neler olacağını tahmin etmeleri istenir ve Gelen cevaplardan doğru olanlar sınıfça tartışılırken tahtaya yazılır ve en fazla hangisinin bulunduğu sorularak tartışılır(5 dakika).

3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Atomun Yapısı ile İlgili Başarı Testi (AYİBT): Uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarını tespit etmek ve başarılarını değerlendirmek amacıyla Uslu (2011) tarafından hazırlanmış 20 soruluk dört seçenekten oluşan test uygulanmıştır ve güvenilirlik hesaplaması Spearman-Brown= 0,82 olarak bulunmuştur (Ek-5). Testin güvenilirlik hesaplaması ise araştırmacı tarafından yapılarak Spearman-Brown= 0,84 olarak bulunup testin kullanılması uygun bulunmuştur.

Atomun Yapısı Değerlendirme Soruları (AYDS): Ayrıca araştırmacı tarafından hazırlanan, bir alanda uzman ve iki fen bilgisi öğretmeni tarafından incelenen beş açık uçlu sorular uygulama öncesi ve sonrasında uygulanmıştır (Ek-6).

Animasyon Görüş Ölçeği (AGÖ): Animasyonun kullanıldığı animasyon grubuna uygulamadan sonra animasyonlarla ilgili görüşlerini öğrenmek için Daşdemir ve Doymuş (2012a) tarafından hazırlanmış beşli likert tipinde 18 sorudan oluşan ve güvenilirlik hesaplamasında Cronbach Alpha (α) = 0,85 olan ve araştırmacı tarafından 0,87 olarak bulunan ölçek uygulanmıştır (Ek-7). "Kesinlikle katılıyorum", "Katılıyorum", "Kısmen katılıyorum", "Katılmıyorum" ve "Kesinlikle katılmıyorum" ifadeleri kullanılmasına karar verilmiştir. "Kesinlikle katılıyorum – 5", "Katılıyorum – (4)", "Kısmen katılıyorum – (3)", "Katılmıyorum – (2)" ve "Kesinlikle katılmıyorum - (1)" verilerek puanlama gerçekteştirilmiştir.

Görüşme Formları: Testlerdeki verileri daha detaylı ve kolay yorumlayabilmek amacıyla veri çeşitilmesi yöntemi tercih edilip bir alanda uzman ve iki fen bilgisi öğretmeni tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formları uygulama bittikten iki hafta sonra uygulanmıştır. Uygulanan görüşme formları programa dayalı grupta 11 tane sorudan oluşurken (Ek-8), animasyon grubunda animasyonla ilgili ek olarak iki tane daha soru içererek toplam 13 sorudan oluşmaktadır (Ek-9). Ayrıca test sonuçlarına göre son testi ön testinden yüksek, orta ve düşük düzeydeki her gruptan dörder öğrenci olmak üzere 12 öğrenci animasyon grubundan, 12 öğrenci programa dayalı gruptan toplam 24 öğrenci ile görüşmeler gerçekteştirilmiştir. Yaklaşık 20-45 dakika süren görüşmeler ses kaydı cihazı yardımıyla kayıt altına alınmış olup, öğrencilerin çizimleri ve modelleri fotoğraflanmış ve kopyaları öğrenci kod numarası ile kaydedilmiştir.

Çalışma Kâğıtları (Çizim ve 3 boyutlu modeller): Ders sırasında yapılan etkinlikler sonucunda bir fen bilgisi uzmanı ve iki fen bilgisi öğretmeni tarafından hazırlanan toplam sekiz çalışma kâğıdı öğrencilerden toplanmıştır (Ek-10). Kopyaları öğrenci kod numarası ile kaydedilmiştir.

Çalışmanın tutarlılığını artırmak için açık uçlu testlerin yanında yarı yapılandırılmış görüşme ve çalışma kâğıtları da yapılarak çoklu veri toplama araçları kullanılıp üçgenleme tekniğinden ve bu soruları hazırlarken alınan uzman yardımlarıyla uzman incelemesi stratejisinden yararlanılmıştır (Merriam, 2013).

Tablo 3-4: Yöntem-Çalışma Kağıtları ve Amaçları

Çalışma Kağıdı Kodu	Yer aldığı ders planı	Adı	Amacı
Çk1	1	Elementler Çalışma Kağıdı	Makroskobik şekli verilen maddelerin atomlarını doğru çizip çizmediklerini kontrol etmek ve başka bildikleri elementler hakkında varsa kavram yanlışlarını tespit etmek
Çk2		Atom Çalışma Kağıdı	Maddelerin eğildiğinde ya da ısıtılıp genleştiğinde içindeki atomların da değişip değişmemesiyle ilgili kavram yanlışlarını tespit etmek
Çk3	3	Atomun Yapısı Çalışma Kağıdı	Atomun yapısı ve tanecikleri ile ilgili varsa kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak
Çk4	4	Atom Modelleri Çalışma Kağıdı	Geçmişten günümüze atom modelinin nasıl değiştiğini doğru anlayıp anlamadığını tespit etmek
Çk5	5	Atom Modeli Tasarımı Çalışma Kağıdı	Öğrencilerin atomun yapısını keşfetmelerini sağlamak ve yeni tasarladıkları atomda öğrendikleri bilgileri kullanıp kullanmadıklarını belirlemek
Çk6	6	Kararlı Atomlar Çalışma Kağıdı	Kararlı atomların ne olduğunu, atomdaki tanecikleri ve elektron dizilimini doğru anlayıp anlamadıklarını ve varsa kavram yanlışlarını tespit etmek
Çk7	7	Katmanlar Çalışma Kağıdı	İyonların elektron dizilimini doğru anlayıp anlamadıklarını ve varsa kavram yanlışlarını tespit etmek
Çk8	8	İyonlar Çalışma Kağıdı	İyonun ne olduğunu anlayıp anlamadığını ve varsa kavram yanlışlığını belirlemek

Tablo 3-5: Yöntem-Araştırma soruları ve veri toplama kaynağı

Araştırma Soruları	Veri Toplama Kaynağı
1. Atomun yapısı konusunda animasyon destekli etkinliklerin deney grubundaki öğrencilerin kavramsal öğrenmesinde etkisi var mıdır?	Atomun Yapısı ile İlgili Başarı Testi (AYİBT) Atomun Yapısı Değerlendirme Soruları (AYDS) Çalışma Kağıtları Atomun Yapısı Görüşme Formu
2. Atomun yapısı konusunda animasyon destekli etkinliklerin deney grubundaki öğrencilerin animasyona karşı tutumları üzerinde etkisi var mıdır?	Animasyon Görüş Ölçeği (AGÖ) Görüşme Soruları

Tablo 3-6: Yöntem-Deney ve kontrol grubu veri toplama araçları

Gruplar	AYİBT ön test	AYDS ön test	AYİBT son test	AYDS son test	Animasyon Görüş Ölçeği	Yarı-Yapı. Görüşme	Çalışma Kâğıtları
Deney	+	+	+	+	+	+	+
Kontrol	+	+	+	+		+	+

3.4. VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ

“Atomun Yapısı ile İlgili Başarı Testi (AYİBT)” ve “Animasyon Görüş Ölçeği (AGÖ)” nden elde edilen verilerin analizinde SPSS 17 programı kullanılmıştır. Yapılan çalışmada, uygulanan çoktan seçmeli “Atomun Yapısı ile İlgili Başarı Testi” maddelerinde, her doğru cevaba “5”, her yanlış ya da boş bırakılan cevaba “0” verilmiştir. Verilen cevaplar hazırlanan cevap anahtarı ile karşılaştırılarak puanlama yapılmıştır. Verilerin çözümlenmesi işlemine geçilmeden önce toplanan veriler bilgisayar ortamında önce Microsoft Excel’e girilerek her bir öğrenci için ön-test ve son-testteki toplam puanlar ayrı ayrı hesaplanmıştır. Verilerin normal dağılıma sahip oldukları ($p:0.451 > 0.05$) ve grup varyanslarının homojen oldukları ($p:0.267 > 0.05$) tespit edildikten sonra parametrik testlere başvurulmuştur. Animasyonun başarıya olan etkisini araştırmak için her iki grup için de bağımsız gruplar t-testi uygulanmıştır. Testteki puan aralığı 0-100 olarak belirlenmiş olup; 0-25 puan arası alanlar kavram yanlışlarının giderilmesi noktasında “zayıf”, 25-50 arası alanlar “orta”, 50-75 arası alanlar “başarılı”, 75-100 alanlar ise “üstün başarılı” olarak sınıflandırılmıştır. Uygulanan “Animasyon Görüş Ölçeği (AGÖ)” nde ise "Kesinlikle katılıyorum – (5)", "Katılıyorum – (4)", "Kısmen katılıyorum – (3)", "Katılmıyorum – (2)" ve "Kesinlikle katılmıyorum- (1)" verilerek puanlama gerçekleştirilmiştir. Uygulanan gruptaki her bir öğrenci için de toplam puanları hesaplanmıştır. Verilerin çözümlenmesinde ise tanımlayıcı istatistik (minimum, maksimum, ortalama, standart sapma) kullanılmıştır. Ölçekteki puan aralığı 18-90 olarak belirlenmiş olup; 18-36 puan arası alanlar animasyona karşı tutumları “olumsuz”, 36-54 arası alanlar “nötr”, 54-90 arası alanlar ise “olumlu” olarak adlandırılmıştır. Son olarak kayıp değerlerin olup olmadığını incelemek için veriler üzerinde genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Görüşmelerden elde edilen veriler yazıya dökülerek betimsel ve içerik analizleri yapılmıştır. Verilerin daha kolay takip edilmesi ve düzenlenmesi için, görüşmedeki her soruya verilen cevaplar ayrı ayrı incelenmiş, sürekli karşılaştırılmalı veri analizi metoduna göre analiz edilmiştir. Tümevarımsal ve karşılaştırılmalı olarak yapılan veri analiz sürecine göre ortak ya da farklı cevaplar üzerinden sınıflamalar oluşturulmuştur (Merriam, 2013). Oluşturulan sınıflamalar alanda uzman iki öğretim görevlisi tarafından incelenmiş ve değerlendirmelere göre son haline karar verilip sunulmuştur.

Çalışma kâğıtlarının (çizimler ve üç boyutlu modeller) analizlerinde, betimsel ve içerik analizlerden yararlanılmıştır. Analiz sürecinde verilerin kolay takip edilmesi ve düzenlenmesi için, her öğrencinin her çalışma kâğıdına verdiği cevaplar ayrı ayrı incelenip, sürekli karşılaştırılmalı veri analizi metoduna göre hepsi birbiriyle karşılaştırılmıştır. Her çalışma kâğıdı için verilen cevapları objektif olarak analiz edilmesi için hazırlanan rubrikler (Ek-11) alanda uzman iki öğretim görevlisi ve meslekte deneyim yılları 10 ve 15 sene olan iki farklı fen öğretmeni tarafından değerlendirilmiş ve ortak verilen kararlara göre oluşturulmuştur. Çizimler ve modeller bilimsel, kısmen bilimsel ve bilimsel olmayan şekilde üç ayrı kriterde altında oluşturulan rubriklere göre incelenmiş ve çıkan sonuca göre yüzde ve frekans değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca analizinden emin olunmayan veriler için, alanda beş sene tecrübesi olan ve fen eğitiminde yüksek lisans yapan başka bir öğretmen ile alanda uzman bir öğretim görevlisi tarafından tekrar incelenmiş ve sonuçlar karşılaştırılıp ortak bir karar verilmiştir. Böylece üçgenleme analistleri ve uzman incelemeleri stratejileri ile çalışmanın inandırıcılığı artırılmaya çalışılmıştır (Merriam, 2013).

BÖLÜM IV: BULGULAR

Araştırmanın amacı, atomun yapısının öğretiminde animasyon destekli etkinliklerin yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerine ve tutumlarına etkisini incelemektir. Araştırma sorusu ve alt problemlere cevap vermek üzere hazırlanmış veri toplama araçları ile elde edilen veriler bağımsız gruplar t-testi ile analiz edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının başarı testinden, değerlendirme sorularından, çalışma kâğıtlarından, deney grubunun görüş ölçeğinden ve yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen veriler tablolar şeklinde sunularak incelenmiştir.

Araştırmada her iki gruba da AYİBT uygulama öncesinde uygulanmış ve denk olup olmadıklarını anlamak için bağımsız gruplar t-testi ile analiz edilmiş ve Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4-1: Bulgular- Grupların bağımsız t-testi sonuçları

		Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	t	Anlamlılık (2-yönlü)
Ön test	Deney	28.75	12.666	2.394	.115	.909
	Kontrol	28.39	10.005	1.891		

Tablo 4.1’de, grupların animasyon öncesi ön test puanlarının benzer olduğu görülmektedir ($p:0.909>0.05$). Her iki grupta da uygulama yapılmadan önce atomun yapısı ve tanecikleri, atom modelleri çivi ve karbonun yapıtaşları ile ilgili bilgilerinin ne olduğunu ve varsa kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla soruları ön test olarak yöneltilmiştir. Uygulama yapılmadan önce gruplardaki öğrencilerin atomun yapısı ve tanecikleri ile atom modelleri konusunda ön bilgilerinin ve açıklamalarının bilimsel olmadığı görülmektedir. Çivinin ve karbonun yapıtaşlarını çizerken her iki grubun da oldukça zorlandıkları, çoklu gösterimler arası geçişte kavram yanlışlarının olduğu ve çizimlerinin bilimsel olmadığı görülmektedir.

4.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Araştırmanın ilk sorusu “Atomun yapısı konusunda animasyon destekli etkinliklerin deney grubundaki öğrencilerin kavramsal öğrenmesine etkisi var mıdır?” şeklindedir. Grupların AYİBT son test başarı puanları arasındaki farkın analizinde bağımsız gruplar t-testi analizi kullanılmış ve Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4-2: Bulgular-Deney ve kontrol gruplarının son test başarı puanlarının karşılaştırılması

		Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	t	Anlamlılık (2-yönlü)
Son test	Deney	48.67	16.238	2.965	.041	.968
	Kontrol	48.50	23.604	4.310		

Tablo 4.2’de, grupların akademik başarılarının aynı olduğu, puanları arasında fark olmadığı görülmektedir ($p:0.968 > 0.05$). Deney grubunun son testteki standart sapmasının, kontrol grubunun son testteki standart sapmasından daha düşük olması da deney grubundaki öğrencilerin puanlarının birbirine daha yakın olduğunu göstermektedir.

Her iki grubun da AYİBT ön test ve son test başarı puanları arasındaki farkın analizi de yapılmış olup Tablo 4.3 ve 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4-3: Bulgular-Deney grubunun ön test-son test başarı puanlarının karşılaştırılması

		Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	t	Anlamlılık (2-yönlü)
Deney grubu	Son test	48.67	16.238	2.965	4.566	.000
	Ön test	28.75	12.666	2.394		

Tablo 4.3’de deney grubunun son testteki ortalamasının (48,67) ön testteki ortalamasından (28,75) daha büyük olduğu ve puanları arasında istatistiksel anlamda anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p:0,00 < 0.05$).

Tablo 4-4: Bulgular-Kontrol grubunun ön test-son test başarı puanlarının karşılaştırılması

		Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	t	Anlamlılık (2-yönlü)
Kontrol grubu	Son test	48.50	16.238	4.310	4.592	.000
	Ön test	28.39	12.666	1.891		

Tablo 4.4’de kontrol grubunun son testteki ortalamasının (48,50) ön testteki ortalamasından (28,39) daha büyük olduğu ve puanları arasında istatistiksel anlamda anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p:0,00<0.05$).

4.2. Atomun Yapısı Değerlendirme Sorularına İlişkin Bulgular

Çalışma, deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup üzerinde yapılmış olup beş açık uçlu sorudan oluşan AYDS uygulama öncesi ve sonrasında uygulanmıştır. Öğrencilerden toplanan bu testlerin nitel araştırma teknikleriyle analizi yapılmıştır ve verdikleri cevapların yer aldığı kategoriler tablolar halinde verilerek yorumlanmıştır.

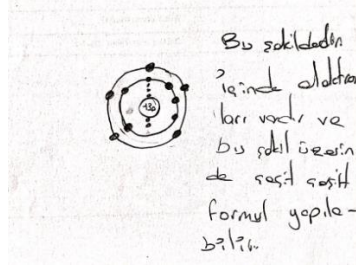
4.2.1. Atomun Şekline İlişkin Bulgular

Her iki grupta da uygulama yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra atomun yapısı ve tanecikleri ile ilgili ön bilgileri ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla atomun şekli ile ilgili soru uygulama öncesi ve sonrasında yöneltilmiştir. Uygulama öncesinde, kontrol grubundaki öğrencilerin soruyu boş bırakma oranının deney grubundan daha fazla olduğu görülmüştür. Kontrol grubundaki öğrenciler herhangi bir açıklama yapmazken, deney grubundaki öğrencilerin bazıları bilimsel olmasa da açıklama yapmışlardır.



Çizim 4-1: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K7)

K7 kodlu öğrencinin derste de başarı oranının düşük olduğu göz önünde bulundurularak ön testte yaptığı bu çizim, atomun taneciklerin yerinin doğru çizilmediği, herhangi bir şekilde bahsedilmediği, hareketleri konusuna değinilmediği ve bu çizimle ilgili herhangi bir açıklamada bulunmadığı için bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.



Çizim 4-2: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D24)

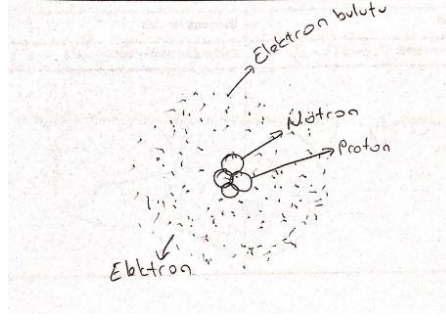
D24 kodlu derste başarı oranı yüksek olan öğrencinin ön testte yaptığı bu çizim, atomun taneciklerinden yalnızca elektrona değindiği, diğer taneciklerinden ve hareketlerden bahsetmediği, elektronları rastgele çizdiği ve yaptığı açıklamanın hatalı olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Öğrencilerin atomun şekli ile ilgili soruya son testte verdikleri cevapları yüzde (%) değerleri Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4-5: Bulgular-Deney ve kontrol gruplarının son testte verdikleri cevapların yüzde (%)değerleri

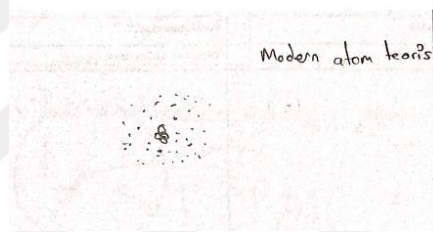
	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
	%	%	%	%	%	%
Şekil	50	18	32	40	35	25
Tanecik Adı	55	0	45	25	0	75
Renk	70	0	30	25	0	75
Hareketlilik	0	0	100	0	0	100
Açıklama	32	0	68	20	0	80

Tablo 4.5’de, öğrencilerin atomun şeklini ve tanecik adlarını açıklamakta zorlandıkları, deney grubundaki öğrencilerin şekil, tanecik ve renk konusunda çizimlerinin ve açıklamalarının daha bilimsel olduğu görülmektedir. Her iki gruptaki öğrencilerin taneciklerin hareketliliği konusunda açıklamaların bilimsel olmadığı, deney grubunda bilimsel olmasa da %60’ının hareketlilikle ilgili açıklama yaptığı, kontrol grubundaki öğrencilerin ise hareketlilikle ilgili hiçbirinin herhangi bir açıklamada bulunmadığı fark edilmiştir. Çizdikleri modellerle ilgili açıklamalarda ise deney grubundaki öğrencilerin açıklamalarının daha bilimsel olduğu bulunmuştur. Deney grubundaki öğrencilerin yarısının yaptığı açıklamaların yanlış olduğu, %18’inin açıklama yapmadığı görülürken, kontrol grubundaki öğrencilerin ise yarısının açıklama yapmadığı, %30’unun ise yaptığı açıklamaların yanlış olduğu belirtilmiştir.



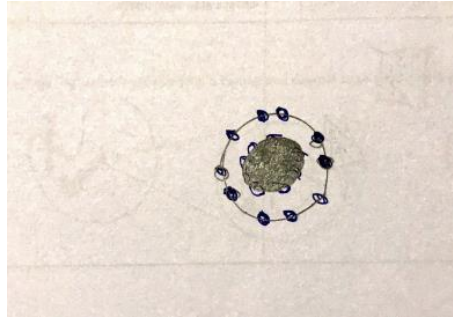
Çizim 4-3: Bulgular-Bilimsel çizime örnek (K11)

K11 kodlu öğrencinin ön testte bu soruyu boş bırakırken, son testte yaptığı çizim incelendiğinde atomun yapısının Modern atom teorisiyle çizdiği, taneciklerin yerinin ve adlarının doğru olduğu, renksiz çizildiği için herhangi bir açıklamada bulunmasa da çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-4: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D8)

D8 kodlu öğrencinin ön testte bu soruyu boş bıraktığı, son testte yaptığı bu çizimi ise atomun yapısının Modern atom teorisiyle çizdiği ve yalnızca taneciklerin yerini doğru belirttiği için kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



Çizim 4-5: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K6)

K6 kodlu öğrencinin ön testte bu soruyu boş bırakırken, son testte yaptığı bu çizim, atomun yapısını çizerken renkli çizdiği, hareketlerden bahsetmediği, herhangi bir açıklama yapmadığı, taneciklerden bahsetmediği ve elektron olarak çizdiği düşünülen taneciklerin yanlış çizilmesinden dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Öğrencilerin atomun şekli ile ilgili soruya ön testte ve son testte verdikleri cevaplar; bilimsel olmayan (B.O), kısmen bilimsel (K.B) ve bilimsel (B) olacak şekilde belirlenmiş ve incelenmiştir. Deney grubundaki D1, D2, D4, D5, D6, D11, D15, D23 kodlu sekiz öğrencinin ön testte çizimleri bilimsel değilken (B.O), son testte çizimleri bilimsel(B) kabul edilmiş, anlama düzeyleri artmıştır. D8, D9, D16, D18, D26, D27, D30 ve D32 kodlu sekiz öğrencinin ön testte çizimleri bilimsel değilken (B.O), son testte çizimleri kısmen bilimsel (K.B) olarak değerlendirilmiş, anlama düzeyleri artmıştır. D10, D12, D13, D21, D24, D28 ve D29 kodlu yedi öğrencinin ön testte çizimleri kısmen bilimsel (K.B) iken, son testte bu öğrencilerden D10, D21 ve D28 kodlu öğrencilerin bilimsel (B) olup anlama düzeylerinin arttığı, D12, D13 ve D24'ün yine kısmen bilimsel (K.B) olup, anlama düzeylerinin aynı kaldığı görülmüştür. D3, D7, D14, D17, D19, D20 ve D31 kodlu yedi öğrencinin ise ön test ve son testteki çizimlerinin bilimsel olarak doğru kabul edilmediği (B.O), anlama düzeylerinin aynı kaldığı bulunmuştur. Kontrol grubundaki K17 ve K30 kodlu iki öğrencinin ön testte çizimleri kısmen bilimselken (K.B), son testte çizimleri bilimsel olarak doğru kabul edilmediği (B.O), anlama düzeylerinin azaldığı görülmüştür. K8, K9, K11, K18, K21, K35 ve K36 kodlu yedi öğrencinin ön testte çizimleri bilimsel değilken (B.O), son testte bilimsel (B) kabul edildiği, anlama düzeylerinin arttığı bulunmuştur. Bu dokuz öğrencinin dışındaki öğrencilerin hepsinin ise ön test ve son testteki çizimleri bilimsel olarak doğru kabul edilmemiş, anlama düzeylerinin aynı kaldığı görülmüştür. Kontrol grubundaki öğrencilerin son testteki çizimlerinde ise kısmen bilimsel olarak kabul edilen hiçbir çizimin olmadığı, bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen çizimlerin deney grubundan daha fazla olduğu bulunmuştur.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmede her iki gruptaki öğrencilerin elektronların hareketi konusunda verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.6'da verilmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin daha fazla oranda yalnızca elektronun hareket ederken, diğerlerinin hareket etmediğini düşündükleri, deney grubundaki öğrencilerin ise yarısından fazlasının üçünün de hareket ettiğini ifade ettikleri görülmüştür.

Tablo 4-6: Bulgular-Deney ve kontrol grupların verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

	Deney grubu	Kontrol grubu
	%	%
Elektron, proton ve nötron hareket etmez.	8	25
Elektron, proton ve nötron hareket eder.	67	42
Elektron hareket eder, proton ve nötron etmez.	25	33

Öğrencilere elektron, proton ve nötronun neden hareket etmediğini düşündükleri sorulduğunda öğrenci cevaplarının çeşitlilik gösterdiği bulunmuştur. Proton ve nötronun çekirdekte olması (K35, D14), hareketlerinin cismin hareketine bağlı olması (K34) ve oldukları yerde kalmaları (K3) şeklinde ifade etmişlerdir.

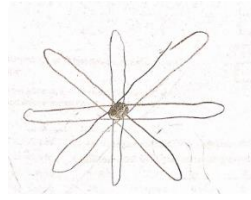
Öğrencilere elektron, proton ve nötronun neden hareket ettiğini düşündükleri sorulduğunda; en yaygın neden olarak “Proton ve nötronun hızı yaklaşık olarak aynı elektronun ise daha hızlıdır. Çünkü proton ve nötron çekirdektedir, ağırlıkları elektrondan daha fazladır, elektrondan daha büyüktürler ve yükleri elektrondan farklıdır.” (K18, K21, K23, K30, D2, D3, D21, D23, D26, D28, D32) şeklinde ifade etmişlerdir. Öğrencilerden bazıları (K28, D18) ise proton ve nötronun hızının yaklaşık olarak aynı ve elektrondan daha hızlı olduğunu, bunun nedeni olarak ise elektronun döndüğü çizgiden dışarı çıkmamak için yavaş döndüğünü ileri sürmüşlerdir.

Öğrencilerin neden elektron hareket ederken proton ve nötronun hareket etmediğini düşündükleri sorulduğunda; büyük çoğunluğu (K11, K12, K15, D7, D10) proton ve nötronun çekirdekte olmasından dolayı olduğunu, bazılarının ise (K36, D29) proton ve nötronun ağırlıkları ve yüklerinin elektrondan farklı olmasından dolayı olduğunu ifade etmişlerdir.

4.2.2. Modern Atom Modeline İlişkin Bulgular

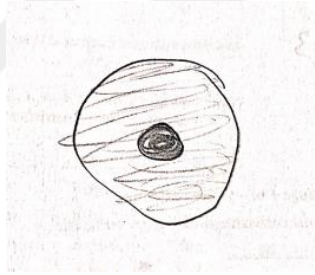
Her iki grupta da uygulama yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra Modern atom modeli ile ilgili bilgilerinin ne olduğunu ve varsa kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla soru uygulama öncesi ve sonrasında yöneltilmiştir. Uygulama

öncesinde, kontrol grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun soruyu boş bıraktığı, deney grubunun ise yarısının çizimleri bilimsel olmasa da soruyu cevaplandıkları bulunmuştur. Kontrol grubundaki öğrenciler herhangi bir açıklama yapmazken, deney grubundaki öğrencilerin bazılarının bilimsel olmasa da açıklama yaptıkları görülmüştür.



Çizim 4-6: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K18)

K18 kodlu öğrencinin ön testte yaptığı bu çizimde, Modern atom modeli yerine Rutherford atom modeline benzeyen bir çizim yaptığı, herhangi bir açıklamada bulunmadığı ve ders kitabındaki modelden farklı olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

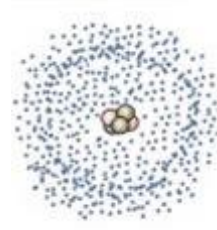


Çizim 4-7: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D10)

D10 kodlu öğrencinin ön testte yaptığı bu çizim, Modern atom modeli yerine yalnızca çekirdek ve katmanı çizdiği, içini dolu olarak düşündüğü, herhangi bir açıklama yapmadığı ve ders kitabındaki modelden farklı olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Öğrencilerin Modern atom modeli ile ilgili son testte çizdikleri modellerin bilimsel kabul edilen ders kitabındaki gösterimi resim 4.1'de verilmiştir. Öğrencilerin son teste verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.7'de belirtilmiştir.

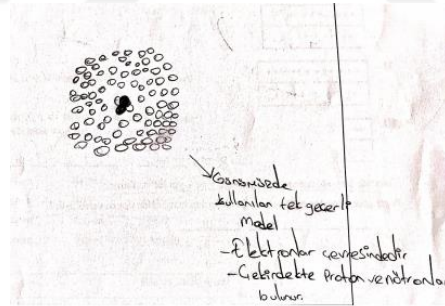
Resim 4-1: Bulgular- Ders kitabındaki Modern Atom Modeli



Tablo 4-7: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

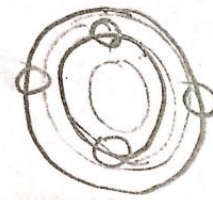
	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Bilimsel Olmayan
	%	%	%	%
Modelin doğru çizilmesi	40	60	70	30
Açıklama	45	55	35	65

Tablo 4.7’de kontrol grubundaki öğrencilerin modern atom modelleri çizimlerinin deney grubuna oranla daha bilimsel olduğu görülmektedir. Modelle ilgili açıklamalarda ise, deney grubundaki öğrenciler çizimlerini kontrol grubundaki öğrencilerden daha fazla oranda bilimsel olarak açıklamışlardır.



Çizim 4-8: Bulgular-Bilimsel çizime örnek (D21)

D21 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin, son testte yaptığı çizim, Modern atom modelini doğru çizdiği, açıklamalarının doğru olduğu ve ders kitabındaki modelle aynı olduğundan dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-9: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D2)

D2 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testte yaptığı bu çizimde Modern atom modeli yerine Bohr atom modeline benzer bir model çizdiği, açıklamada bulunmadığı ve ders kitabındaki modelle uyuşmamasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Öğrencilerin Modern atom modeli ile ilgili soruya ön testte ve son testte verdikleri cevaplar; bilimsel olmayan (B.O), kısmen bilimsel (K.B) ve bilimsel (B) olacak şekilde belirlenerek incelenmiştir. Ön testte her iki gruptaki öğrencilerin çizimlerinin hiçbirinin bilimsel olmadığı bulunmuştur. Son testte, deney grubunda D2, D4, D5, D6, D9, D10, D18, D21, D23, D28, D29 ve D31 kodlu 12 öğrencinin, kontrol grubunda ise K1, K3, K4, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K16, K17, K18, K21, K24, K26, K29, K31, K32, K33, K35 ve K36 kodlu 22 öğrencinin çizimlerinin bilimsel olduğu, diğerlerinin bilimsel olmadığı, kontrol grubunun daha başarılı olduğu bulunmuştur.

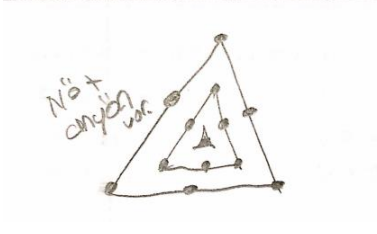
4.2.3. Modern Atom Modelinden Önceki Atom Modellerine İlişkin Bulgular

Her iki grupta da uygulama yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra geçmişten günümüze atom modelinin nasıl değiştiği ile ilgili bilgilerinin ne olduğu ve varsa kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla modern atom modelinden önce ortaya atılan atom modelleri ile ilgili soru sırasıyla uygulama öncesinde ve sonrasında yöneltilmiştir.

Öğrencilerin Democritus, Dalton, Thomson, Rutherford ve Bohr atom modelleri ile ilgili ön testte verdikleri cevaplara bakıldığında, uygulama yapılmadan önce ön bilgilerinin ve açıklamalarının bilimsel olmadığı görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının soruyu boş bırakırken, deney grubundaki öğrencilerin ise yarısından fazlasının bilimsel olmasa da çizim yaptıkları, çok azının boş bıraktığı bulunmuştur. Deney grubundaki öğrenciler daha fazla olmak üzere bilimsel olmasa da açıklama yapmışlar, kontrol grubundaki öğrencilerin ise büyük çoğunluğunun herhangi bir açıklamada bulunmadığı görülmüştür.

İlk atom modeli

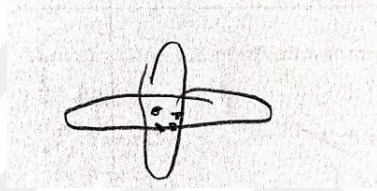
Ortaya atan bilim insanı:



Çizim 4-10: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K1)

İlk atom modeli ~~Abir~~ atomu

Ortaya atan bilim insanı: Astin

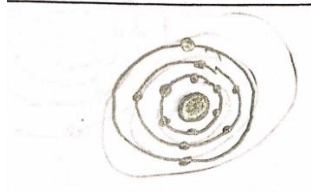


Çizim 4-11: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D26)

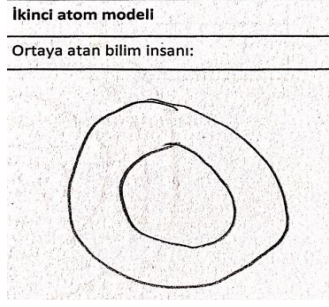
K1 ve D26 kodlu iki öğrenciden de ön test olarak Democritus atom modelini çizmeleri istendiğinde ikisinin de çizimlerinin Democritus atom modeliyle uyuşmadığı ve ders kitabındaki modelden tamamen farklı olduğundan dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir. K1 kodlu öğrencinin çiziminin kendi tasarladığı başka bir model olduğu ve açıklamasının yanlış olup kavram yanlılığı içerdiği görülürken, D26 kodlu öğrencinin ise Rutherford atom modeline benzer bir model çizdiği, herhangi bir açıklamada bulunmadığı, atomun ve bulan bilim insanının adıyla ilgili açıklamasının hatalı olduğu ve kavram yanlılığının olduğu görülmüştür.

İkinci atom modeli

Ortaya atan bilim insanı:

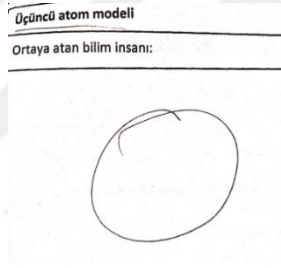


Çizim 4-12: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K4)

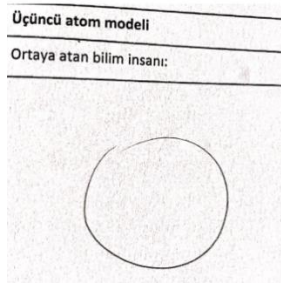


Çizim 4-13: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D26)

K4 ve D26 kodlu iki öğrenciden de ön test olarak Dalton atom modelini çizmeleri istendiğinde ikisinin de çizimlerinin Dalton atom modeliyle uyuşmadığı, herhangi bir açıklamada bulunmadıkları ve ders kitabındaki modelden tamamen farklı olduğundan dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir. K4 kodlu öğrencinin çiziminin Bohr atom modeline benzediği, D26 kodlu öğrencinin ise kendi tasarladığı başka bir model çizdiği görülmüştür.



Çizim 4-14: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K4)



Çizim 4-15: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D19)

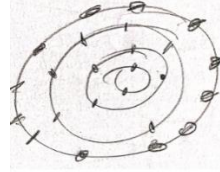
K4 ve D19 kodlu iki öğrenciden de ön test olarak Thomson atom modelini çizmeleri istendiğinde ikisinin de çizimlerinin atom modeliyle uyuşmadığı, herhangi bir açıklamada bulunmadıkları ve ders kitabındaki modelden tamamen farklı olarak Dalton atom modelini çizmelerinden dolayı çizimleri bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Dördüncü atom modeli
Ortaya atan bilim insanı:



Çizim 4-16: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K16)

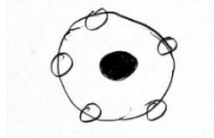
Dördüncü atom modeli
Ortaya atan bilim insanı:



Çizim 4-17: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D8)

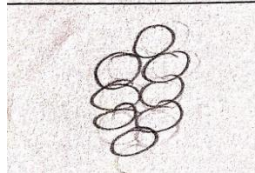
K16 ve D8 kodlu iki öğrenciden de ön test olarak Rutherford atom modelini çizmeleri istendiğinde ikisinin de çizimlerinin Bohr atom modeline benzediği, herhangi bir açıklamada bulunmadıkları ve ders kitabındaki modelden tamamen farklı olmasından dolayı çizimleri bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Beşinci atom modeli
Ortaya atan bilim insanı:



Çizim 4-18: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K23)

Beşinci atom modeli
Ortaya atan bilim insanı:

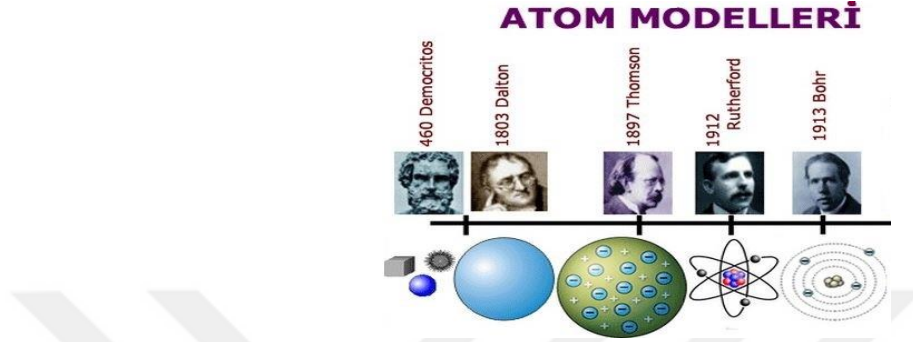


Çizim 4-19: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D9)

K23 ve D9 kodlu iki öğrenciden de ön test olarak Bohr atom modelini çizmeleri istendiğinde, K23 kodlu öğrencinin Bohr atom modeline benzemesine rağmen çiziminin yanlış olduğu, D9 kodlu öğrencinin başka bir model tasarladığı, ikisinin de herhangi bir açıklamada bulunmadıkları ve ders kitabındaki modelle uyuşmadıklarından dolayı çizimleri bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Öğrencilerin Modern atom modelinden önceki atom modelleri ile ilgili son testte çizdikleri modellerin bilimsel kabul edilen ders kitabındaki gösterimler resim 4.2’de verilmiştir. Öğrencilerin son teste verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.8’de sunulmuştur.

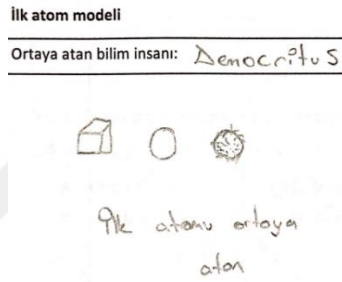
Resim 4-2: Bulgular-Ders kitabındaki atom modelleri



Tablo 4-8: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

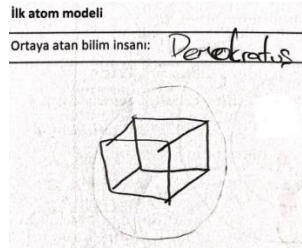
		Deney Grubu			Kontrol Grubu		
		Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
		%	%	%	%	%	%
Democritus Atom Modeli	Modelin Doğru Çizilmesi	55	0	35	20	10	70
	Açıklama	0	0	100	0	0	100
	Ders Kitabı ile Uyum	55	0	35	20	10	70
Dalton Atom Modeli	Modelin Doğru Çizilmesi	50	10	40	20	0	80
	Açıklama	15	0	85	10	0	90
	Ders Kitabı ile Uyum	50	10	40	20	0	80
Thomson Atom Modeli	Modelin Doğru Çizilmesi	80	10	10	20	0	80
	Açıklama	15	0	85	5	0	95
	Ders Kitabı ile Uyum	80	10	10	20	0	80
Rutherford Atom Modeli	Modelin Doğru Çizilmesi	30	0	70	10	15	75
	Açıklama	20	0	80	5	0	95
	Ders Kitabı ile Uyum	30	0	70	10	15	75
Bohr Atom Modeli	Modelin Doğru Çizilmesi	40	5	55	30	0	70
	Açıklama	30	0	70	5	0	95
	Ders Kitabı ile Uyum	40	5	55	15	0	85

Tablo 4.8’de deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının, kontrol grubundaki öğrencilerin ise bir kısmının Democritus atom modelini doğru şekilde çizmesine rağmen, herhangi bir bilimsel açıklamaya dayandırmadıkları görülmüştür. Deney grubundaki öğrencilerin yarısının yaptığı açıklamalar yanlışken, kontrol grubundaki öğrencilerin ise yalnızca bir kısmının yaptığı açıklamalar yanlış olup büyük çoğunluğu açıklama yapmamıştır. Deney grubundaki öğrencilerin ise yarısından fazlasının ders kitabındaki modellerle aynı modeli çizdiği görülürken kontrol grubunda ise bu oran oldukça azdır.



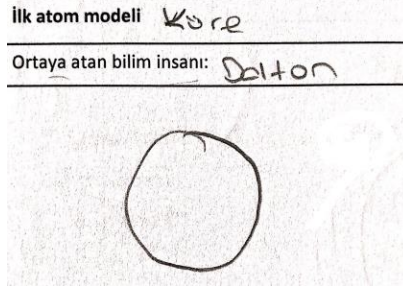
Çizim 4-20: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (K7)

K7 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin, son testteki Democritus atom modeli çizimi, modeli doğru çizdiği, açıklamasının bilimsel ve doğru olması ve ders kitabındaki modellerle aynı olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-21: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K36)

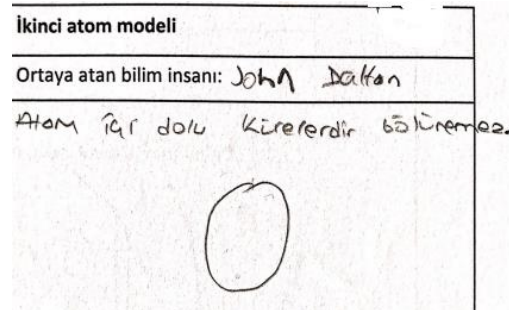
K36 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Democritus atom modellerinden yalnızca birini doğru çizdiği, ders kitabındaki modellerle aynı olması ve herhangi bir açıklamada bulunmamasından dolayı kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



Çizim 4-22: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D26)

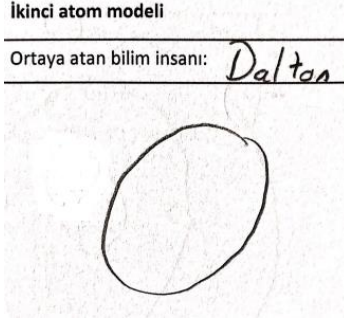
D26 kodlu ön testte bilimsel olmayan çizim yapan öğrencinin, son testteki Democritus atom modeli yerine Dalton atom modelini çizdiği ve açıklamalarının da bu doğrultuda olmasından ötürü çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Tablo 4.8’de deney grubundaki öğrencilerin daha fazla oranda Dalton atom modelini doğru şekilde çizip bilimsel açıklamaya dayandırdıkları görülmektedir. Deney grubundaki öğrencilerin yarısının yaptığı açıklamalar yanlışken, kontrol grubundaki öğrencilerin ise yarısından fazlası açıklama yapmamıştır. Deney grubundaki öğrencilerin yarısının modeli ders kitabındaki modeller uyumluyken, programa dayalı grupta bu oran daha azdır.



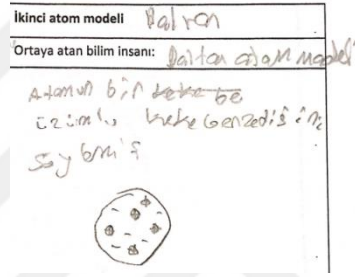
Çizim 4-23: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D11)

D11 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Dalton atom modeli çizimi, modeli doğru çizdiği, açıklamasının bilimsel ve doğru olması ve ders kitabındaki modellerle aynı olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-24: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D13)

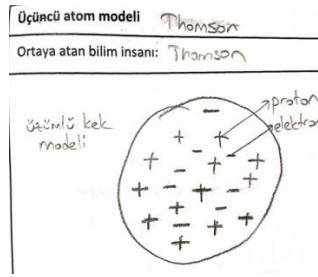
D13 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Dalton atom modeli çizimi doğru olup ders kitabındaki modelle aynı olması ve herhangi bir açıklamada bulunmamasından dolayı kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



Çizim 4-25: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K32)

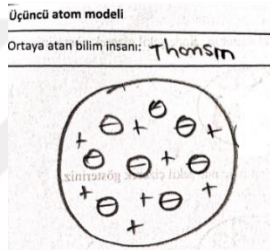
K32 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Dalton atom modeli yerine Thomson atom modelini çizip açıklamalarının da bu doğrultuda olmasından dolayı çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Tablo 4.8'e göre, deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğu Thomson atom modelini doğru şekilde çizmesine rağmen, çok azı bilimsel açıklamaya dayandırmışlardır. Kontrol grubundaki öğrencilerin ise bazıları atom modelini doğru şekilde çizmesine rağmen, yalnızca aralarından birkaçı bilimsel olarak açıklamışlardır. Deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının yaptığı açıklamaların yanlış olduğu, kontrol grubundaki öğrencilerin ise yarısından fazlasının herhangi bir açıklama yapmadığı bulunmuştur. Kontrol grubunda daha az olmak üzere, deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğu ders kitabındaki modellerle aynı modeli çizmişlerdir.



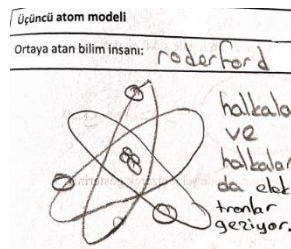
Çizim 4-26: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (K30)

K30 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Thomson atom modeli çizimi, modeli doğru çizdiği, açıklamasının bilimsel ve doğru olması ve ders kitabındaki modellerle aynı olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-27: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D18)

D18 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Thomson atom modeli çizimi, modeli doğru ve ders kitabındaki modelle aynı çizmesine rağmen herhangi bir açıklamada bulunmamasından dolayı kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.

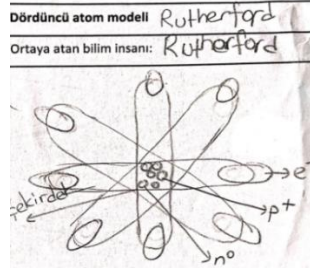


Çizim 4-28: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D2)

D2 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Thomson atom modeli yerine Rutherford atom modelini çizdiği ve açıklamalarının da bu doğrultuda olmasından ötürü çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

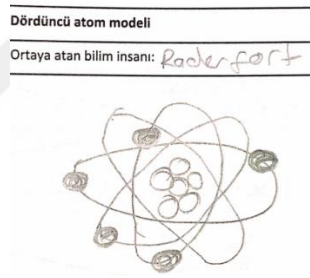
Tablo 4.8'de, deney grubundaki öğrencilerin daha fazla oranda Rutherford atom modelini doğru şekilde çizip bilimsel açıklamaya dayandırdıkları ve ders kitabındaki modelle uyumlu çizdikleri görülmektedir. Deney grubundaki öğrencilerin

yarısından fazlası yanlış da olsa açıklama yaparken, kontrol grubundaki öğrencilerin ise yarısından fazlası herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Deney grubundaki öğrencilerin modellerinin kontrol grubundaki öğrencilerin modellerine göre daha fazla oranda ders kitabındaki modellerle aynı olduğu belirlenmiştir.



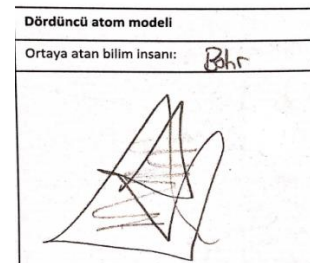
Çizim 4-29: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D27)

D27 kodlu ön testte soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Rutherford atom modeli çizimi, modelin ve açıklamasının doğru olması ve ders kitabındaki modelle aynı olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-30: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K31)

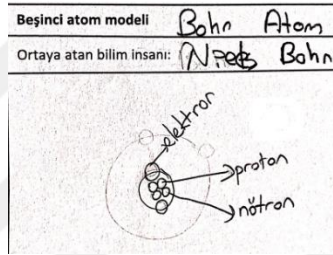
K31 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Rutherford atom modeli çizimi, ders kitabındaki modelle aynı olmasına rağmen, herhangi bir açıklamada bulunmamasından dolayı kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



Çizim 4-31: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K14)

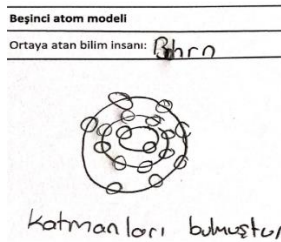
K14 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Rutherford atom modeli yerine kendi tasarladığı bilimsel olmayan başka bir modeli çizdiği, herhangi bir açıklamada bulunmadığı, atom modelinin bulan bilim insanıyla ilgili kavram yanlışlarının olmasında dolayı çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Tablo 4.8’de her iki gruptaki öğrencilerin de çizimlerinin bilimsel olmasına rağmen açıklamaya dayandırmakta zorlandıkları görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler daha fazla oranda Bohr atom modelini doğru şekilde çizip bilimsel açıklamaya dayandırdıkları ve ders kitabındaki modelle uyumlu şekilde çizdikleri görülmüştür. Kontrol grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğu herhangi bir açıklamada bulunmazken, deney grubunda yanlış olsa da öğrenciler açıklamada bulunmuş ve açıklama yapmayan öğrenciler az sayıdadır.



Çizim 4-32: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D29)

D29 kodlu ön testte Bohr atom modeli yerine kendi tasarladığı bilimsel olmayan başka bir model çizen öğrencinin, son testteki Bohr atom modeli çizimi, modelin ve açıklamasının doğru olması ve ders kitabındaki modelle aynı olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir. Modelin ve ortaya atan bilim insanının ismini de doğru ifade etmiştir.



Çizim 4-33: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D4)

D4 kodlu ön testte bu soruyu boş bırakan öğrencinin son testteki Bohr atom modeli çizimi, modelin ders kitabındaki modelle benzer olması, açıklamasının bilimsel olması ve çizdiği modelde yalnızca elektronlara değinmesinden dolayı kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



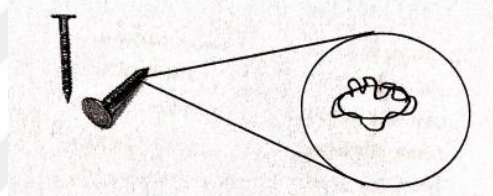
Çizim 4-34: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K33)

K33 kodlu ön testte başarı testindeki elektron dizilimi verilen çizimi yaptığı için bilimsel olmayan öğrencinin, son testteki Bohr atom modeli yerine Modern atom modelini çizdiği, herhangi bir açıklamada bulunmamasından dolayı çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Öğrencilerin Modern atom modelinden önceki atom modelleri ile ilgili soruya ön testte ve son testte verdikleri cevaplar; bilimsel olmayan (B.O), kısmen bilimsel (K.B) ve bilimsel (B) olacak şekilde belirlenip incelenmiştir. Ön testte deney grubundan D21 kodlu öğrencinin çizimlerinin kısmen bilimsel (K.B) olduğu, son testte bilimsel olduğu(B),anlama düzeyinin arttığı bulunmuştur. Deney grubundan D2, D7, D8, D14, D17, D19, D26 kodlu yedi öğrencinin ön test ve son test çizimlerinin bilimsel olmadığı (B.O), anlama düzeyinin aynı kaldığı görülmüştür. Deney grubundan D1, D4, D6, D13, D18 kodlu beş öğrencinin ön testte çizimlerinin bilimsel değilken (B.O), son testte kısmen bilimsel (K.B) olduğu, anlama düzeylerinin arttığı fark edilmiştir. Kontrol grubundan K1, K7, K12, K13, K14, K17, K19, K21, K24, K28, K29, K32, K33, K34 kodlu 14 öğrencinin ön teste ve son test çizimlerinin bilimsel olmadığı (B.O), anlama düzeylerinin aynı kaldığı bulunmuştur. Kontrol grubundan K2, K3, K8, K16, K22, K26, K31, K36 kodlu sekiz öğrencinin ön test çizimlerinin bilimsel değilken (B.O), son test çizimlerinin kısmen bilimsel(K.B) olduğu, anlama düzeylerinin arttığı bulunmuştur. Deney grubundan D3, D5, D9, D10, D11, D12, D15, D16, D20, D21, D23, D24, D27, D28, D29, D30, D31, D32 kodlu on sekiz öğrencinin, kontrol grubundan K4, K6, K9, K10, K11, K15, K18, K23, K30, K35 kodlu on öğrencinin ön test çizimlerinin bilimsel değilken(B.O), son test çizimlerinin bilimsel(B) olduğu, anlama düzeylerinin arttığı ve deney grubunun başarı oranının daha yüksek olduğu bulunmuştur.

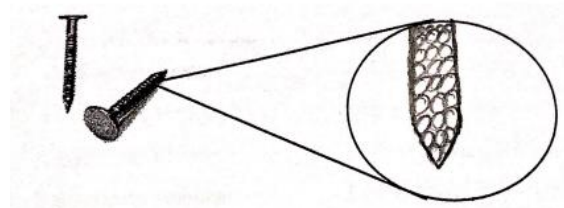
4.2.4. Çivinin Yapıtaşlarına İlişkin Bulgular

Her iki grupta da uygulama yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra çoklu gösterimler arasında geçiş yaparken oluşan kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla çivinin yapıtaşları ile ilgili sorusu uygulama öncesi ve sonrası yöneltilmiş ve her iki gruptaki öğrencilerin de çivinin yapıtaşlarını çizerken oldukça zorlandıkları, çoklu gösterimler arası geçişte kavram yanlışlarının olduğu ve çizimlerinin bilimsel olmadığı görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğu, deney grubundaki öğrencilerin ise yarısından fazlası soruyu boş bırakmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin bir kısmı bilimsel olmasa da açıklama yapmış, kontrol grubundaki öğrenciler ise herhangi bir açıklamada bulunmamıştır.



Çizim 4-35: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K34)

K34 kodlu öğrencinin çivinin yapıtaşları çiziminde, makroskobik ve altmikroskobik olarak gösteriminin yanlış olması, şekil ve büyüklük olarak hatalı çizilmesi, boşluğa dikkat edilmemesi ve herhangi bir açıklama yapılmamasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.



Çizim 4-36: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D31)

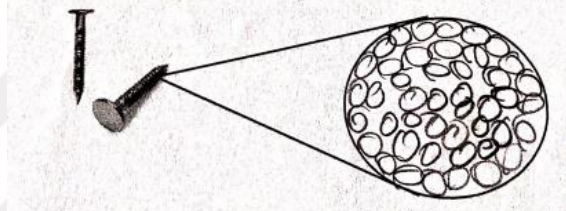
D31 kodlu öğrencinin çivinin yapıtaşları çizimi, makroskobik ve altmikroskobik olarak gösteriminin hatalı olması, çivinin atomlarını da çivi şeklinde çizilip bu konuda kavram yanlışlığının olması ve herhangi bir açıklamada bulunmamasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Öğrencilerin çivinin yapıtaşları ile ilgili sorusuna son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.9’da belirtilmiştir.

Tablo 4-9: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

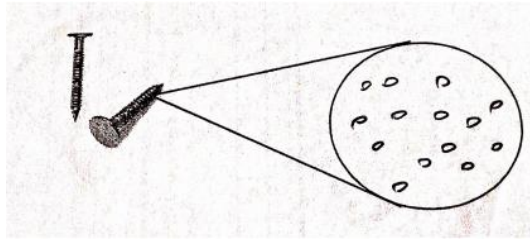
	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
	%	%	%	%	%	%
Şekil	55	35	10	25	10	65
Boyut	75	15	10	20	10	70
Renk	75	0	25	35	0	65

Tablo 4.9’da, deney grubundaki öğrencilerin yarısından çoğunun çivinin atomlarının şeklini, boyutunu ve rengini bilimsel olarak açıkladığı, kontrol grubunda ise bu oranın daha az olduğu görülmektedir.



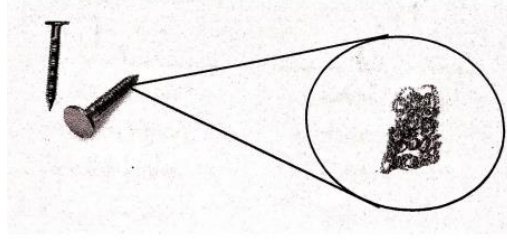
Çizim 4-37: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D6)

D6 kodlu ön testte soruyu boş bırakan öğrencinin son testte yapıtaşları çiziminde, makroskobik ve altmikroskobik olarak gösteriminin doğru olması, şekil ve büyüklük olarak doğru çizilmesi, atomların renksiz olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-38: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D15)

D15 kodlu ön testte başarı testindeki modelleri çizerek bilimsel olmayan çizim yapan öğrencinin son testte çivinin yapıtaşları çizimi, makroskobik gösterim doğrudurken, altmikroskobik gösterimin hatalı olması, atomların renksiz çizilmesi ve boşluğa dikkate edilmemesinden dolayı kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



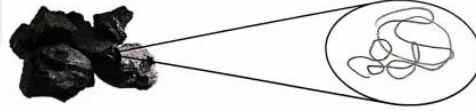
Çizim 4-39: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K12)

K12 kodlu ön testte soruyu boş bırakan öğrencinin son testte çivinin yapıtaşları çizimi, makroskobik ve altmikroskobik olarak gösteriminin hatalı olması, şekil, büyüklük ve boşluğa dikkate edilmemesi ve renkli olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Öğrencilerin çivinin yapıtaşları ile ilgili soruya ön testte ve son testte verdikleri cevaplar; bilimsel olmayan (B.O), kısmen bilimsel (K.B) ve bilimsel (B) olacak şekilde belirlenerek incelenmiştir. Deney grubundan D16,D17, D32 kodlu üç öğrencinin ön test ve son test çizimlerinin bilimsel olmadığı (B.O), anlama düzeylerinin aynı kaldığı görülmüştür. Kontrol grubundan K1, K3, K6, K7, K9, K11, K12, K13, K14, K17, K18, K21, K23, K24, K26, K28, K30, K31, K32, K33, K35, K36 kodlu 22 öğrencinin ön teste ve son test çizimlerinin bilimsel olmadığı (B.O), anlama düzeylerinde herhangi bir değişim olmadığı bulunmuştur. Deney grubundan D1, D3, D5, D7, D13, D15, D19, D23, D28, D29, D30 kodlu 11 öğrencinin ön testte çizimlerinin bilimsel değilken (B.O), son testte kısmen bilimsel (K.B) olduğu, anlama düzeylerinin arttığı görülmüştür. Kontrol grubundan ise K21, K29, K34 kodlu üç öğrencinin ön testte çizimlerinin bilimsel değilken (B.O), son testte kısmen bilimsel (K.B) olduğu, anlama düzeylerinde olumlu bir artış olduğu bulunmuştur. Deney grubundan D2, D4, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D14, D18, D20, D21, D24, D26, D31 kodlu on beş öğrencinin, kontrol grubundan K2, K4, K8, K10, K15, K16, K19, K22 kodlu sekiz öğrencinin ön test çizimlerinin bilimsel değilken (B.O), son test çizimlerinin bilimsel (B.) olduğu, anlama düzeylerinin arttığı ve deney grubunun başarı oranının daha yüksek olduğu bulunmuştur.

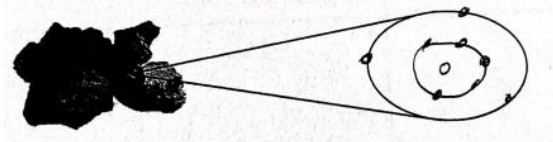
4.2.5. Karbon Elementinin Yapıtaşlarına İlişkin Bulgular

Her iki grupta da uygulama yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra çoklu gösterimler arasında geçiş yaparken oluşan kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla Karbon (C) elementinin yapıtaşları ile ilgili soru uygulama öncesi ve sonrasında yöneltilmiştir. Öğrencilerin uygulama öncesinde karbon elementinin yapıtaşlarını çizerken oldukça zorlandıkları, çoklu gösterimler arası geçişte kavram yanlışlarının olduğu ve çizimlerinin bilimsel olmadığı görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin neredeyse tamamına yakını boş bırakırken ve açıklama bulunmazken, deney grubunda ise yarısından fazlası bilimsel olmasa da çizim ve açıklama yapmışlardır.



Çizim 4-40: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K14)

K14 kodlu öğrencinin karbon elementinin yapıtaşları çizimi, makroskobik ve altmikroskobik olarak gösteriminin hatalı olması, bilimsel olmayan bir çizim olması ve açıklama olmamasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.



Çizim 4-41: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D17)

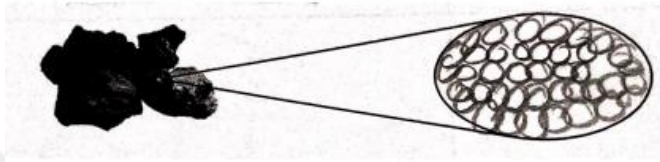
D17 kodlu öğrencinin karbon elementinin yapıtaşları çizimi, makroskobik ve altmikroskobik olarak gösteriminin hatalı olması, şekil olarak Bohr atom modeline benzemesi, boyut ve renk konusuna değinmemesinden dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Öğrencilerin Karbon (C) elementinin yapıtaşları ile ilgili soruya son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.10'da belirtilmiştir.

Tablo 4-10: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının son testte verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

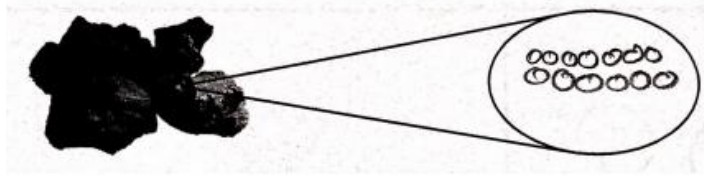
	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
	%	%	%	%	%	%
Şekil	70	0	30	10	10	80
Boyut	60	10	30	10	15	75
Renk	70	0	30	25	0	75

Tablo 4.10’da, deney grubundaki öğrencilerin yarısından çoğunun çivinin atomlarının şeklini, boyutunu ve rengini bilimsel olarak açıkladığı, kontrol grubunda ise bu oranın daha az olduğu görülmektedir.



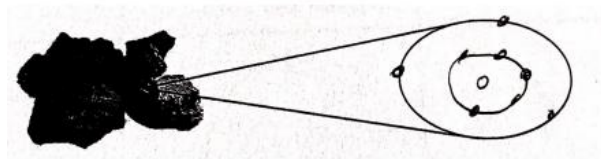
Çizim 4-42: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D12)

D12 kodlu ön testte soruyu boş bırakan öğrencinin son testte yapıtaşları çizimi, makroskobik ve altmikroskopik olarak gösteriminin doğru olması, şekil ve büyüklük olarak doğru çizilmesi, atomların renksiz olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-43: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K35)

K35 kodlu ön testte soruyu boş bırakan öğrencinin son testte yapıtaşları çizimi, makroskobik gösterim doğruyken, altmikroskopik gösterimin hatalı olması, atomların renksiz çizilmesi ve boşluğa dikkate edilmemesinden dolayı kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



Çizim 4-44: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D17)

D17 kodlu ön testte de soruyu boş bırakan öğrencinin son testte yapıtaşları çizimi, makroskobik ve altmikroskobik olarak gösteriminin hatalı olması, şekil olarak Bohr atom modeline benzemesi, boyut ve renk konusuna değinmemesinden dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Öğrencilerin Karbon (C) elementinin yapıtaşları ile ilgili soruya soruya ön testte ve son testte verdikleri cevaplar; bilimsel olmayan (B.O), kısmen bilimsel (K.B) ve bilimsel (B) olacak şekilde belirlenerek incelenmiştir. Deney grubundan D2, D4, D5, D7, D15, D16, D17, D19, D23 kodlu dokuz öğrencinin, kontrol grubundan K2, K3, K6, K7, K10, K11, K12, K13, K14, K16, K17, K18, K19, K21, K22, K23, K24, K26, K28, K30, K31, K32, K33, K36 kodlu 24 öğrencinin ön teste ve son test çizimlerinin bilimsel olmadığı (B.O), anlama düzeylerinde bir değişim olmadığı bulunmuştur. Deney grubundan D6, D9, D13 kodlu üç öğrencinin, kontrol grubundan ise K9, K29, K34, K35 kodlu dört öğrencinin ön test çizimlerinin bilimsel değilken (B.O), son test çizimlerinin kısmen bilimsel (K.B) olduğu, anlama düzeylerinin arttığı bulunmuştur. Deney grubundan D1, D3, D8, D10, D11, D12, D14, D18, D20, D21, D24, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D32 kodlu on sekiz öğrencinin, kontrol grubundan K1, K4, K8, K15 kodlu dört öğrencinin ön testte çizimlerinin bilimsel değilken (B.O), son test çizimlerinin bilimsel (B.) olduğu, anlama düzeylerinin arttığı ve deney grubunun başarı oranının daha yüksek olduğu bulunmuştur.

4.4. Derste Uygulanan Çalışma Kâğıtlarına İlişkin Bulgular

Araştırma boyunca yapılan etkinliklerde dağıtılan çalışma kağıtları ile genel anlamda “Atomun yapısı konusunda animasyon destekli etkinliklerin deney grubundaki öğrencilerin kavramsal öğrenmesinde etkisi var mıdır?” sorusuna cevap aranmıştır. Çalışma kâğıtları uygulama sonrasında toplanarak nitel araştırma teknikleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Öğrencilerin çalışma kâğıtlarına verdikleri cevapların yer aldığı kategoriler tablolar halinde verilerek yorumlanmıştır.

4.3.1. Atom Çalışma Kâğıdına İlişkin Bulgular

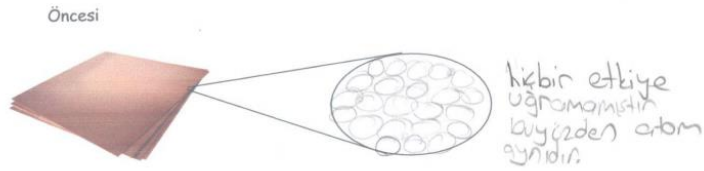
Yapılan ilk derste her iki grupta da atom kavramı üzerinde durulduktan sonra maddelerin eğildiğinde ya da ısıtılıp genişlediğinde içindeki atomların da değişip değişmemesiyle ilgili kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla Atom çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Öğrencilerin bakır levhanın öncesinde, ısıtıldığında ve eğilip büküldüğünde atomlarının değişimi ile ilgili soruya verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.11’de belirtilmiştir.

Tablo 4-11: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

		Deney Grubu			Kontrol Grubu		
		Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
		%	%	%	%	%	%
Öncesi	Şekil	64	24	12	63	22	15
	Boyut	76	12	12	89	0	11
	Boşluk	42	24	24	40	0	60
	Açıklama	8	4	88	15	45	40
Isıtıldığında	Şekil	16	68	16	59	26	15
	Boyut	20	60	20	52	30	18
	Boşluk	18	4	78	15	11	74
	Açıklama	4	4	92	11	26	63
Eğilip Büküldüğünde	Şekil	24	60	16	56	26	18
	Boyut	32	42	16	56	22	22
	Boşluk	22	4	74	20	10	70
	Açıklama	20	12	68	11	40	49

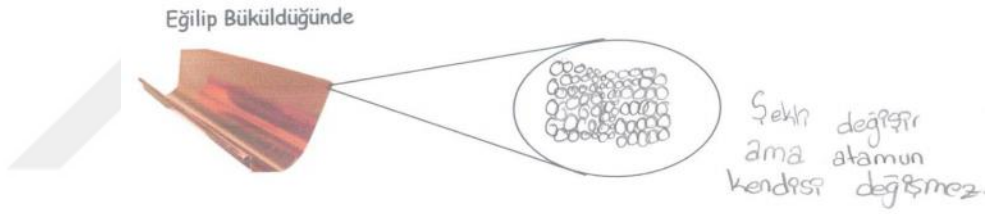
Tablo 4.11’de öğrenciler bakır levhanın ısıtıldığında ve eğilip büküldüğünde içindeki atomun değişiminin şeklini ve boyutunu açıklamakta zorlanmışlardır. Örneğin, deney grubunda ısıtılmadan önce bakır levhanın atomlarının şeklini bilimsel olarak açıklayan öğrenciler kontrol grubundan daha fazla iken, ısıtıldığında ve eğilip büküldüğünde ise kontrol grubunda bilimsel olarak açıklayan öğrenci daha fazla olmuştur. Her iki grupta ısıtılmadan önce bakır levhanın atomlarının boyutunu bilimsel olarak açıklayan daha fazla oranda öğrenci varken, ısıtıldığında ve eğilip büküldüğünde ise bu oran azalmıştır. Ayrıca her iki gruptaki öğrenciler, bakır levhanın ısıtılmadan önce, ısıtıldığında ve eğilip büküldüğünde atomları arasındaki boşluğu açıklamakta zorlanmışlardır. Örneğin, deney grubunda ısıtılmadan önce,

ısıtıldığında ve eğilip büküldüğünde bakır levhanın atomları arasındaki boşluğu bilimsel olarak açıklayan öğrenciler yarısından az da olsa kontrol grubundan daha fazladır. Her iki gruptaki öğrenciler bakır levhanın ısıtılmadan önce, ısıtıldığında ve eğilip büküldüğünde atomunun yapısının değişip değişmediğini anlamakta ve açıklamakta da zorlanmışlardır.



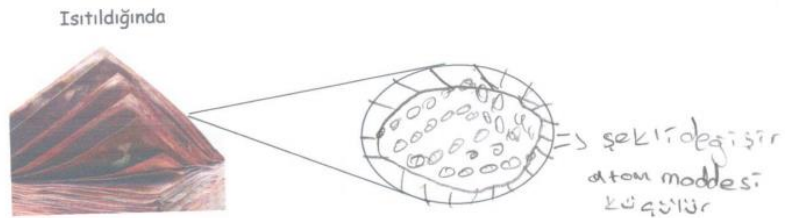
Çizim 4-45: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D10)

D10 kodlu öğrencinin, ısıtılmadan önceki atomlarının çiziminde, makroskobik ve altmikroskobik olarak doğru çizilmesi, şekil ve büyüklük olarak değişime uğramadan çizilmesi, boşluğa dikkat edilmesi ve bilimsel olarak bu durumu açıklamasından dolayı çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-46: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D4)

D4 kodlu öğrencinin eğilip büküldüğünde atomlarının çiziminde, makroskobik ve altmikroskobik olarak doğru çizilmesine rağmen, şeklinin değiştiğini düşünmesi ve büyüklük olarak küçültmesi, boşluğa dikkat etmemesi ve açıklamasının net olmamasından dolayı kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



Çizim 4-47: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D26)

D26 kodlu öğrencinin ısıtıldığında atomlarının çiziminde, makroskobik ve altmikroskobik olarak yanlış çizmesi, şeklinin ve atomun yapısının değiştiğini düşünmesi, boşluğu önemsememesi ve açıklamasında kavram yanlışlarının olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

4.3.2. Elementler Çalışma Kâğıdına İlişkin Bulgular

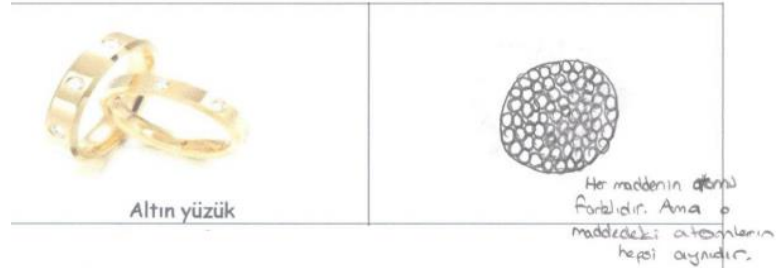
Her iki grupta da derste aynı tür atomlardan oluşan yapılara ne denildiği tartışılıp makroskobik şekli verilen maddelerin atomlarını doğru çizip çizmediklerini kontrol etmek ve başka bildikleri elementler hakkında varsa kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla Elementler çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Öğrencilerin kullanım alanı verilen altın yüzük, bakır çaydanlık, gümüş kâse ve alüminyum folyonun atomları ile ilgili soruya verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4-12: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

		Deney Grubu			Kontrol Grubu		
		Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
		%	%	%	%	%	
Altın Yüzük	Şekil	75	22	3	49	15	36
	Boyut	93	0	7	64	0	36
	Renk	11	0	89	61	0	39
	Açıklama	56	0	44	11	3	86
Bakır Çaydanlık	Şekil	81	19	0	56	22	22
	Boyut	97	0	3	36	3	61
	Renk	7	0	93	56	0	44
	Açıklama	56	0	44	18	3	79
Gümüş Kâse	Şekil	79	18	3	11	36	51
	Boyut	89	0	11	29	0	71
	Renk	22	0	78	64	0	36
	Açıklama	56	0	44	18	3	79
Alüminyum Folyo	Şekil	63	30	7	22	29	49
	Boyut	85	0	15	36	0	64
	Renk	11	0	89	49	0	51
	Açıklama	56	0	44	11	3	86

Tablo 4.12’de deney grubundaki öğrencilerin kullanım alanı verilen elementlerin atomlarının şeklini ve boyutunu açıklamakta zorlanmadıkları, kontrol grubunun ise zorlandıkları görülmüştür. Renk konusunda ise, her iki gruptaki öğrenciler de elementlerin atomlarının renklerini açıklamakta zorlanmışlar, kontrol grubundaki öğrenciler ise bilimsel olarak açıklamakta deney grubundan daha başarılı olmuşlardır. Öğrenciler her elementin farklı atomlardan oluşup oluşmadığını

anlamakta ise zorlanmışlardır. Deney grubunda öğrencilerin yarısından fazlası her elementin farklı atomlardan oluştuğunu düşünürken, kontrol grubunda ise bu oran oldukça azdır.



Çizim 4-48: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (K30)



K30 kodlu öğrencinin altın yüzüğün atomlarının çiziminde, makroskobik ve altmikroskobik gösteriminin doğru olması, renksiz ve büyüklük olarak doğru çizmesi ve açıklamasının bilimsel olmasından dolayı çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Her maddenin atomu farklıdır. Bu yüzden renklerde farklıdır.

Çizim 4-49: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D27)

D27 kodlu öğrencinin alüminyum folyonun atomlarının çiziminde, makroskobik ve altmikroskobik gösteriminin doğru olması, büyüklük olarak doğru çizmesine rağmen renkli çizmesi ve maddelerin renklerinin farklı olmasını atomlarına bağlı olmasını düşünmesinden dolayı kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.

Kullanım Alanı	Atomların Çizimi
 <p>Altın yüzük</p>	<p>Her maddenin atomu farklıdır. Bu yüzden renklerde farklıdır.</p>  <p>Atomun rengi böyle olur</p>

Çizim 4-50: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K14)

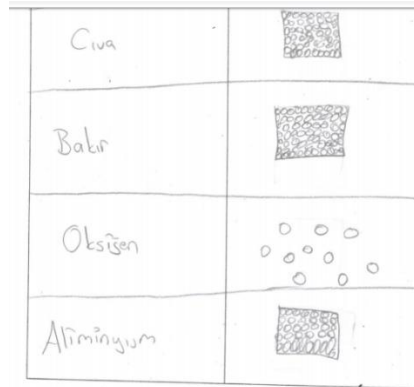
K14 kodlu öğrencinin altın yüzüğün atomlarının çiziminde, makroskobik ve altmikroskobik gösteriminin hatalı olması, yüzük şeklinde olduğunu düşünmesi, renkli çizmesi ve açıklamasında kavram yanılgısı olmasından dolayı bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Diğer yandan, öğrencilerin Elementler çalışma kâğıdında günlük hayattan başka elementler ve atomları ile ilgili soruya verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.13’de belirtilmiştir.

Tablo 4-13: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

		Deney Grubu			Kontrol Grubu		
		Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
		%	%	%	%	%	%
Element Adı ve Atom Çizimi	Element-şekil uyumu	61	15	24	29	22	49
	Örnek sayısı	71	11	18	36	22	42
	Açıklama	7	0	93	3	0	97
	Renk	32	7	61	58	0	42

Tablo 4.13’de, deney grubundaki öğrencilerin daha fazla oranda günlük hayattan örnek verdikleri elementler ile şekilleri arasında bilimsel olarak bağlantı kurdukları görülmektedir. Deney grubundaki öğrenciler günlük hayattan bilimsel olarak daha fazla element örnek verirken, her iki gruptaki öğrenciler de elementin yapısını anlamakta ve bilimsel olarak açıklamakta zorlanmışlardır. Renk konusunda ise kontrol grubundaki öğrenciler daha fazla bilimsel olarak açıklamışlardır.



Çizim 4-51: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D6)

D6 kodlu öğrencinin verdiği örneğin element olması ve atomlarının renksiz çizilmesi, birden fazla doğru örnek vermesi ve açıklamasının bilimsel olmasından dolayı çizim bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.

Elementin Adı	Atomlarının Çizimi
KÖMÜR	
CIVA	

Çizim 4-52: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D19)

D19 kodlu öğrencinin verdiği örneklerden birinin element olması, atomlarının renkli çizilmesi ve herhangi bir açıklamada bulunmamasından dolayı kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.

Elementin Adı	Atomlarının Çizimi
SU	
TOPRAK	
ATEŞ	
HAVA	

Çizim 4-53: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D29)

D29 kodlu öğrencinin verdiği örneklerin hiçbirinin element olması, renkli çizilmesi ve açıklamada kavram yanılgısı olmasından dolayı çizim bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmede her iki gruptaki öğrencilere de “Bakırın atomları ile demirin atomları farklı mıdır? Yoksa bütün atomlar aynı mıdır?” sorusu sorulduğunda deney grubundaki öğrencilerden sadece biri (D7) aynıdır derken, diğerleri farklıdır demiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerden de yalnızca biri (K1) aynıdır derken, diğerleri farklıdır demiştir. Öğrencilerin “Ne açıdan farklıdır?” sorusuna verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.14’de belirtilmiştir.

Tablo 4-14: Bulgular-Deney, kontrol ve her iki gruptaki öğrencilerin verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

		Deney Grubu	Kontrol Grubu	Öğrenciler
		%	%	%
Yapısal	Atomlar arası boşluk	17	17	34
	Yükleri	8	0	8
	Cinsleri	0	17	17
	Tanecik sayıları	33	42	75
	Renkleri	50	33	83
	Sertlikleri	42	8	50
Fiziksel	Uzunlukları	0	8	8
	Büyüklikleri	0	42	42
	Şekilleri	17	8	25

Tablo 4.14’de, öğrencilerin demir ve bakır atomlarının farklı olmalarını yapısal ve fiziksel olarak farklı sebeplere dayandırdıkları görülmüştür. Her iki grupta da farklılığın yapısal olarak en fazla tanecik sayılarından, fiziksel olarak ve en fazla gösterilen nedenin ise renklerinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Farklılığın atomlar arası boşluktan kaynaklandığını düşünen öğrenciler ise her iki grupta da aynı oranda olup, büyüklük, uzunluk ve cinslerinden kaynaklandığını yalnızca kontrol grubundaki öğrenciler düşünürken, yüklerinden kaynaklandığını ise yalnızca deney grubundaki öğrenciler ifade etmişlerdir. Öğrencilerin yarısı ise farklılığın sertlikten kaynaklandığını belirtmişlerdir.

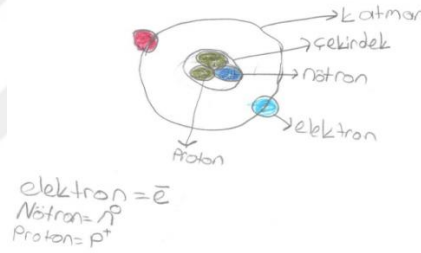
4.3.3. Atomun Yapısı Çalışma Kâğıdına İlişkin Bulgular

Her iki grupta da atom bombasına neden olan atomun yapısının nasıl olduğu tartışıldıktan sonra atomun yapısı ve tanecikleri ile ilgili varsa kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla Atomun Yapısı çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili soruya verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.15’de belirtilmiştir.

Tablo 4-15: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

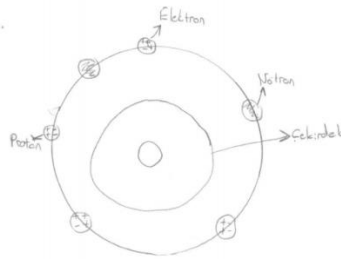
	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
	%	%	%	%	%	%
Şekil	28	32	40	3	27	70
Tanecik Adı	28	8	64	22	0	78
Renk	12	0	88	24	0	76
Hareketlilik	0	0	100	0	0	100
Açıklama	0	0	100	0	0	100

Tablo 4.15’de, deney grubundaki öğrenciler daha başarılı olmak üzere, her iki gruptaki öğrencilerin de genel anlamda atomun şeklini ve tanecik adlarını açıklamakta zorlandıkları görülmüştür. Atomun rengini ise kontrol grubundaki öğrencilerin daha fazla oranda bilimsel olarak açıkladıkları, her iki gruptaki öğrencilerin ise taneciklerin hareketliliği konusunda genel açıklamalarda yeterli olmadıkları ve atomun yapısıyla ilgili modellerinin bilimsel olmadığı bulunmuştur.



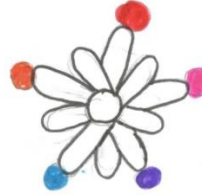
Çizim 4-54: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D10)

D10 kodlu öğrencinin atomun yapısı ile ilgili çiziminde, atomun yapısı ve taneciklerinin yerini doğru çizmesi, tanecikleri renkli çizse de isimlerini ve yüklerini doğru ifade etmesinden dolayı çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-55: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D26)

D26 kodlu öğrencinin atomun yapısı ile ilgili çiziminde, atomun yapısı ve taneciklerinin yerini hatalı çizmesi, taneciklerin isimlerini doğru ifade edip renksiz çizse de yüklerini yanlış ifade etmesinden dolayı ve açıklama olmamasından dolayı çizimi kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



Çizim 4-56: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K34)

K34 kodlu öğrencinin atomun yapısı ile ilgili çiziminde, şekil olarak Rutherford atom modeline benzese de atomun yapısı ve taneciklerinin yerini hatalı çizmesi, taneciklerin isimlerinden bahsetmemesi, renkli çizmesi ve açıklama olmamasından dolayı çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmede her iki gruptaki öğrencilere de atomun yapısı ile ilgili soru sorulduğunda, öğrencilerin çoğunlukla derste öğrendikleri atom modellerini çizdikleri görülmüştür. Öğrenciler tarafından çizilen modellerin yüzde (%) değerleri Tablo 4.16'da belirtilmiştir.

Tablo 4-16: Bulgular- Deney, kontrol ve her iki gruptaki öğrencilerin verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

	Deney Grubu	Kontrol Grubu	Öğrenciler
	%	%	%
Democritus	0	8	8
Dalton	0	8	8
Thomson	0	0	0
Rutherford	25	0	25
Bohr	60	33	93
Modern	33	33	66
Diğer	8	8	16
Boş	0	8	8

Tablo 4.16’da Democritus ve Dalton atom modellerinin yalnızca kontrol grubundaki öğrenciler tarafından, Rutherford atom modelinin ise yalnızca deney grubundaki öğrenciler tarafından çizildiği görülmüştür. Öğrencilerin hiçbirinin ise Thomson atom modelini çizmedikleri, en fazla çizilen atom modelinin ise Bohr atom modeli olduğu fark edilmiştir. Modern atom modeli ise Bohr’dan sonra en çok çizilen atom modeli olmuştur. Her iki grupta da bazı öğrenciler derste öğrendikleri atom modelleri dışında kendi tasarladıkları başka atom modellerini çizmişlerdir. Deney grubunda bu soruyu her öğrenci yanıtlarken, kontrol grubundaki bazı öğrenciler ise soruyu hatırlamadığı gerekçesiyle cevaplamamışlardır.

4.3.4. Atom Modelleri Çalışma Kâğıdına İlişkin Bulgular

Her iki grupta da atom modelleri anlatıldıktan sonra geçmişten günümüze atom modelinin nasıl değiştiğini doğru anlayıp anlamadıklarını tespit etmek amacıyla Atom Modelleri çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Çalışma kâğıdındaki etkinliğe göre öğrenciler tarafından yapılan atom modellerinin resmi örnek olarak Resim 4.3’de verilmiştir.

Resim 4-3: Bulgular-Deney grubundaki öğrencilerin yaptıkları atom modelleri

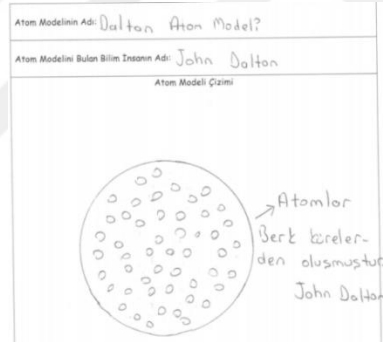


Öğrencilerin yaptıkları atom modelleri ile ilgili soruya verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Tablo 4-17: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

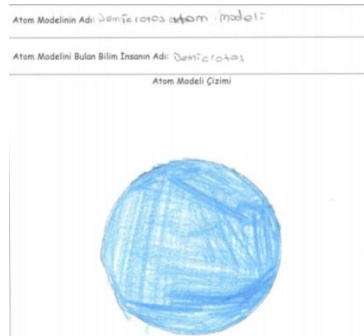
	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
	%	%	%	%	%	%
Modelin Doğru Çizilmesi ve Açıklanması	36	60	4	0	88	12
Ders Kitabı ile Uyum	64	32	4	49	33	18

Tablo 4.17’de deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının atom modelini doğru şekilde çizmesine rağmen, bilimsel olarak doğru açıklayan öğrenci oranının oldukça az olduğu görülmüştür. Kontrol grubundaki öğrencilerin ise büyük çoğunluğu atom modelini doğru şekilde çizmesine rağmen, herhangi bir bilimsel açıklamaya dayandırmamışlardır. Deney grubundaki öğrencilerin modellerinin daha fazla oranda ders kitabındaki modellerle uyumlu olduğu bulunmuştur.



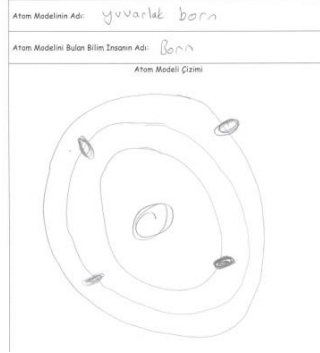
Çizim 4-57: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D28)

D28 kodlu öğrencinin Dalton atom modeli çiziminde, modelin doğru çizilmesi, açıklamasının bilimsel olması ve ders kitabındaki modelle uyuşmasından dolayı çizim bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-58: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D26)

D26 kodlu öğrencinin Democritus atom modeli çiziminde, modelin doğru ve ders kitabındaki modelle uyumlu çizilmesine rağmen herhangi bir açıklamada bulunulmamasından dolayı çizim kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



Çizim 4-59: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K34)

K34 kodlu öğrencinin Bohr atom modeli çiziminde, modelin Bohr atom modeline benzese de tam olarak doğru çizilmemesi, ders kitabındaki modelle uyumlu olmaması ve herhangi bir açıklama olmamasından dolayı çizim bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmede her iki gruptaki öğrencilerin de atom modelleri sorularına verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.18'de belirtilmiştir.

Tablo 4-18: Bulgular-Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

		Deney Grubu	Kontrol Grubu
		%	%
Democritus Atom Modeli	Açıklama ve şekil doğru	50	25
	Açıklama ve şekil yanlış	0	33
	Açıklama yanlış ama şekil doğru	25	30
	Açıklama doğru ama şekil yanlış	8	8
	Boş	17	33
Dalton Atom Modeli	Açıklama ve şekil doğru	42	25
	Açıklama ve şekil yanlış	42	42
	Açıklama yanlış ama şekil doğru	17	8
	Açıklama doğru ama şekil yanlış	8	0
	Boş	8	17
Thomson Atom Modeli	Açıklama ve şekil doğru	17	8
	Açıklama ve şekil yanlış	8	17
	Açıklama yanlış ama şekil doğru	8	17
	Açıklama doğru ama şekil yanlış	42	25
	Boş	8	25
Rutherford Atom Modeli	Açıklama ve şekil doğru	17	8
	Açıklama ve şekil yanlış	42	42
	Açıklama yanlış ama şekil doğru	8	17
	Açıklama doğru ama şekil yanlış	17	0
	Boş	17	25
Bohr Atom Modeli	Açıklama ve şekil doğru	25	8
	Açıklama ve şekil yanlış	33	8
	Açıklama yanlış ama şekil doğru	8	25
	Açıklama doğru ama şekil yanlış	0	0
	Boş	50	60
Modern Atom Modeli	Açıklama ve şekil doğru	25	17
	Açıklama ve şekil yanlış	8	25
	Açıklama yanlış ama şekil doğru	42	33
	Açıklama doğru ama şekil yanlış	17	0
	Boş	8	25

Tablo 4.18’de deney grubundaki öğrenciler daha fazla olmak üzere her iki gruptaki öğrencilerin bazılarının atom modelini doğru çizdikleri ve açıklamalarının doğru olduğu görülmüştür. Kontrol grubundaki öğrenciler daha fazla olmak üzere, her iki gruptaki öğrencilerden bazıları da bu soruları hatırlamadıkları gerekçesiyle cevaplamamışlardır.

Kontrol grubundaki öğrencilerin bazılarının ise Democritus atom modeli ile ilgili hem açıklamaları hem de çizimleri yanlış olup, Democritus atom modeli yerine Thomson, Dalton atom modeli ve kendi tasarladıkları başka bir model çizmişlerdir. Deney grubundaki öğrencilerin bazıları Democritus atom modelini doğru çizmelerine rağmen yanlış açıklamada bulunmuşlardır. Her iki gruptaki öğrencilerin de birkaçı ise Democritus atom modelini yanlış çizmelerine rağmen, doğru açıklamışlardır.

Her iki gruptaki öğrencilerin yarısına yakınının Dalton atom modeli ile ilgili hem açıklamaları hem de çizimleri yanlış olup, deney grubundaki öğrenciler Dalton atom modeli yerine Democritus, Bohr ve Rutherford atom modeli ile kendi tasarladıkları başka bir model çizerken, kontrol grubundakiler ise Thomson atom modeli ve kendi tasarladıkları başka bir modeli çizmişlerdir. Kontrol grubundaki öğrencilerden bazıları, deney grubundakilerin ise yalnızca birkaçı Dalton atom modelini doğru çizmelerine rağmen yanlış açıklamışlardır. Deney grubundaki öğrencilerin birkaçı ise Dalton atom modelini yanlış çizmesine rağmen, doğru açıklamışlardır.

Deney grubundaki öğrencilerden yalnızca birkaçının, kontrol grubundaki öğrencilerden ise bazılarının Thomson atom modeli ile ilgili hem açıklamaları hem de çizimleri yanlış olup, deney grubundaki öğrenciler Thomson atom modeli yerine Rutherford atom modelini, kontrol grubundaki öğrenciler ise kendi tasarladıkları başka bir modeli çizmişlerdir. Kontrol grubundaki öğrenciler daha fazla oranda olmak üzere, her iki gruptaki öğrencilerden bazıları Thomson atom modelini doğru çizmelerine rağmen yanlış açıklamışlardır. Deney grubundaki öğrencilerin daha fazla oranda olmak üzere Thomson atom modelini yanlış çizmelerine rağmen doğru açıkladıkları görülmüştür.

Her iki gruptaki öğrencilerin yarısına yakınının Rutherford atom modeli ile ilgili hem açıklamaları hem de çizimleri yanlış olup, deney grubundaki öğrenciler Rutherford atom modeli yerine Bohr ve Dalton atom modeli ile kendi tasarladıkları başka bir modeli çizerken, kontrol grubundaki öğrenciler ise Modern ve Bohr atom modelini çizmişlerdir. Kontrol grubundaki öğrencilerin bazıları deney grubundaki öğrencilerin ise yalnızca birkaçı Rutherford atom modelini doğru çizmelerine rağmen, yanlış açıklamışlardır. Deney grubundaki öğrencilerin bazıları ise Rutherford atom modelini yanlış çizmelerine rağmen, doğru açıklamışlardır.

Deney grubundaki öğrenciler daha fazla olmak üzere, her iki gruptaki öğrencilerin Bohr atom modeli ile ilgili hem açıklamaları hem de çizimleri yanlış olup, deney grubundaki öğrenciler Bohr atom modeli yerine Rutherford ve Dalton atom modeli ile kendi tasarladıkları başka bir model çizerken, kontrol grubundaki

öğrenciler ise Rutherford atom modelini çizmişlerdir. Kontrol grubundaki öğrencilerin bazıları deney grubundaki öğrencilerin ise yalnızca birkaçı Bohr atom modelini doğru çizmesine rağmen yanlış açıklamışlardır.

Deney grubundaki öğrencilerden yalnızca birkaçının, kontrol grubundaki öğrencilerden ise bazılarının Modern atom modeli ile ilgili hem açıklamaları hem de çizimleri yanlış olup, deney grubundaki öğrenciler Modern atom modeli yerine kendi tasarladıkları başka bir model çizerken, kontrol grubundaki öğrenciler Bohr atom modeli ile kendi tasarladıkları başka bir model çizmişlerdir. Deney grubundaki öğrencilerin daha fazla oranda olmak üzere Modern atom modelini doğru çizmelerine rağmen yanlış açıkladıkları görülmüştür. Deney grubundaki öğrencilerin bazıları ise Modern atom modelini yanlış çizmelerine rağmen, doğru açıklamışlardır.

4.3.5. Atom Modeli Tasarımı Çalışma Kâğıdına İlişkin Bulgular

Her iki grupta da öğrencilerin atomun yapısını keşfetmelerini sağlamak ve yeni tasarladıkları atomda öğrendikleri bilgilerin ne kadarını kullandıklarını belirlemek amacıyla Atom Modeli Tasarımı çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Öğrencilerin etkinlikte kendilerinin tasarladıkları atom modellerinin resmi örnek olarak Resim 4.4’de verilmiştir.

Resim 4-4: Bulgular-Kontrol grubundaki öğrencilerin tasarladıkları atom modelleri

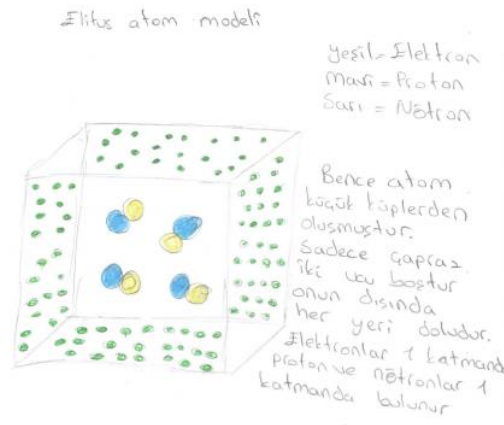


Öğrencilerin atom modeli ilgili soruya verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.19’da belirtilmiştir.

Tablo 4-19: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

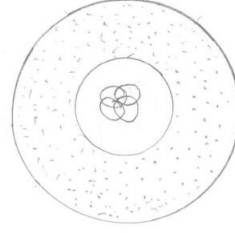
	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
	%	%	%	%	%	%
Şekil	64	8	36	64	30	6
Hayal Gücü Kullanımı	62	48	0	73	21	6
Açıklama	12	12	76	18	0	82

Tablo 4.19’da öğrencilerin yarısından fazlasının öğrendikleri bilgilere dayanarak bilimsel modeller tasarladıkları görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrenciler daha fazla oranda hayal güçlerini mantıklı bir şekilde destekleyerek kullanırken, deney grubundaki öğrencilerin yarısına yakını desteksiz ve farklı şekillerde kullanmışlardır. Kontrol grubundaki öğrencilerden bazıları ise hayal güçlerini hiç kullanmamışlardır. Öğrenciler bu atom modellerini açıklamakta oldukça zorlanmış, kontrol grubundaki öğrenciler daha fazla oranda destekleyerek bilimsel açıklama getirmeye çalışmışlardır.



Çizim 4-60: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D19)

D19 kodlu öğrencinin çiziminde öğrendikleri bilgileri ve hayal gücünü destekli bir şekilde kullanıp bilimsel model tasarladığı ve şekil üzerinde öğrendiği bilgileri gösterip açıklama yapmasından dolayı çizim bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.

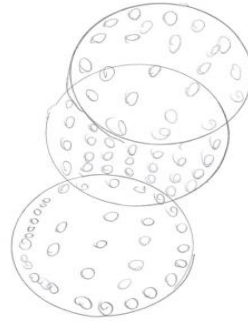


Adı = Atom tost modeli.

Böyle çizdim çünkü çok güzel şekli var.

Çizim 4-61: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K23)

K23 kodlu öğrencinin öğrendikleri bilgileri kullanarak Modern atom modeline benzer bir model tasarladığı, hayal gücünü kullanmadığı ve öğrendiklerini şekil üzerinde göstermeyi bilimsel açıklamaya dayandırmadığından dolayı çizimi kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



Çizim 4-62: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D14)

D14 kodlu derse ilgisi az ve oldukça hareketli olan öğrencinin öğrendikleri bilgileri kullanmayıp hayal gücünü mantıksız bir şekilde kullandığı ve herhangi bir açıklamada bulunmadığı için çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

4.3.6. Kararlı Atomlar Çalışma Kâğıdına İlişkin Bulgular

Her iki grupta da öğrencilerin kararlı atomların ne olduğunu, atomdaki tanecikleri ve elektron dizilimini doğru anlayıp anlamadıklarını ve varsa kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla Kararlı Atomlar çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Öğrencilerin etkinlikte helyum, neon ve argon atom modelleri ile ilgili yaptıkları modellerin resmi örnek olarak Resim 4.5’de verilmiştir.

Resim 4-5: Bulgular-Deney grubundaki öğrencilerin kararlı atom modelleri



Öğrencilerin helyum, neon ve argon atom modelleri ile soruya verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.20’de belirtilmiştir.

Tablo 4-20: Bulgular-Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

		Deney Grubu			Kontrol Grubu		
		Bilimsel %	Kısmen Bilimsel %	Bilimsel Olmayan %	Bilimsel %	Kısmen Bilimsel %	Bilimsel Olmayan %
Helyum	Şekil	89	0	11	97	0	3
	Tanecik sayısı	89	0	11	97	0	3
	Modelin Adı	100	0	0	97	0	3
	Oyun Hamuru	89	0	11	82	15	3
	Renkli Top	84	0	16	82	15	3
	Tabak	95	5	0	89	0	11
	Açıklama	32	0	68	0	0	100
Neon	Şekil	84	0	16	80	0	20
	Tanecik sayısı	84	0	16	80	0	20
	Modelin Adı	100	0	0	93	0	7
	Oyun Hamuru	84	0	16	78	15	7
	Renkli Top	84	0	16	78	15	7
	Tabak	74	5	21	85	0	15
	Açıklama	26	0	74	3	0	97
Argon	Şekil	80	0	20	74	0	26
	Tanecik sayısı	80	0	20	74	0	26
	Modelin Adı	100	0	0	95	0	5
	Oyun Hamuru	84	0	16	78	18	3
	Renkli Top	84	0	16	78	15	7
	Tabak	68	5	27	85	0	15
	Açıklama	32	0	68	0	0	100

Tablo 4.20’de öğrencilerin açıklamalarına ve çizimlerine bakıldığında, şekildeki hatadan kaynaklı olmak üzere, taneciklerin yerlerini ve sayısını karıştırdıkları, katmanlara yanlış sayıda elektron yerleştirdikleri, elektron bulutundan bahsetmedikleri ya da ne olduğunu karıştırdıkları, modellerin adlarını yanlış ifade

ettikleri genel anlamda kararlı atomların ne olduğunu anlamakta ve ifade etmekte zorlandıkları görülmektedir. Her iki gruptaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun helyumda daha başarılı olmak üzere sırasıyla neon ve argon atomlarının elektron diziliminin şeklini doğru çizip elektron ve proton sayılarının eşit olduğunu oyun hamurlarıyla doğru şekilde göstermişlerdir. Deney grubundaki öğrencilerin tamamı atomların adlarını bilimsel olarak ifade ederken, kontrol grubunda ise öğrencilerin bazıları atomların adını karıştırarak hatalı olarak ifade etmişlerdir. Deney grubundaki öğrencilerden bazıları her üç model için de renkli toplarla elektron proton ve nötronları doğru bir şekilde gösterirken, bazıları nötron ya da protonu göstermeyi unutmuş ya da sadece elektron ve proton olduğunu düşünmüşlerdir. Kontrol grubunda ise öğrencilerin bazıları ise helyum modelinde taneciklerin hepsini renkli toplarla göstermede daha başarılı iken, neon ve argonda tanecik sayısı arttığından dolayı göstermede zorlanmışlar eksik ya da hatalı göstermişlerdir. Her iki grupta da bazı öğrenciler katmanlara toplam sayı doğru olmasına rağmen oyun hamuru ve renkli topları yanlış yerleştirmişlerdir. Örneğin, helyum atomunda 2 proton olduğu için doğru gösterilirken, neonda 10 protonu 3-7, 4-6 şeklinde, argon atomunda 18 protonu 3-8-7, 4-6-8, 2-10-6 şeklinde gösteren öğrenciler olmuşlardır. Tabağın neyi temsil ettiğine gelindiğinde ise kontrol grubunun deney grubundan daha çok zorlandığı, genel anlamda helyumda tabağın elektron bulutunu temsil ettiğini ifade eden öğrencinin daha çok olduğu, neon ve argonda boş bırakıp hiç değerlendirmeye almadıkları ya da yanlış ifade ettikleri bulunmuştur. Her iki gruptaki öğrenciler de üç modeli açıklamakta zorlanmışlar, deney grubundaki öğrenciler helyum ve argon atomunu, neon atomuna oranla daha bilimsel olarak açıklarken, kontrol grubunda ise öğrencilerin hiçbiri helyum ve argon atomunu bilimsel olarak açıklayamazken, neon atomunu ise yalnızca birkaçı bilimsel olarak açıklayabilmiştir.

Modelin Adı:	ARGON
Oyun Hamuru	Turuncu = Katman, Nötron Mavi = Proton, Elektron
Renkli top	—
Tabak	Elektron Bulutu
Modelin Çizimi	

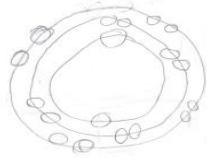
Çizim 4-63: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D11)

D11 kodlu öğrencinin argon modelinin adını, taneciklerin adını, yerlerini ve sayılarını, oyun hamuru ve tabağın neyi temsil ettiğini doğru şekilde ifade ettiği ve şekli bilimsel olarak doğru açıkladığı için çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.

Modelin Adı:	neon
Oyun Hamuru	Katman
Renkli top	elektron
Tabak	Elektron bulutu
Modelin Çizimi	

Çizim 4-64: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (D32)

D32 kodlu öğrencinin neon atom modelinin adını, taneciklerin adını ve yerini, oyun hamuru, renkli top ve tabakların neyi temsil ettiğini doğru ifade etmesine rağmen, elektronları katmanlara yanlış yerleştirdiği ve modelde katman ya da elektron bulutu gibi herhangi bir açıklama yapmadığı için kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.

Modelin Adı	<i>Helium</i>
Oyun Hamuru	<i>Kırmızı Beyaz</i>
Renkli top	<i>Siyah</i>
Tabak	<i>Atom Katmanları</i>
Modelin Çizimi	
	

Çizim 4-65: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D1)

D1 kodlu öğrencinin yalnızca helyum atom modelinin adını doğru ifade etmesi, oyun hamurunun, renkli topun ve tabakların neleri temsil ettiğini yanlış ifade etmesi, atom modelinin şeklinin ve tanecik sayısının da yanlış olmasından dolayı çizim bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

4.3.7. Katmanlar Çalışma Kâğıdı

Her iki grupta da öğrencilerin iyonların elektron dizilimini doğru anlayıp anlamadıklarını ve varsa kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla Katmanlar çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Öğrencilerin etkinlikte yaptıkları magnezyum, azot, oksijen ve lityum atomların modelleri Resim 4.6'da örnek olarak verilmiştir.

Resim 4-6: Bulgular-Deney grubundaki öğrencilerin kararsız atom modelleri



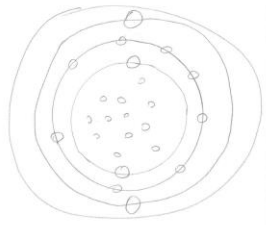
Öğrencilerin magnezyum, azot, oksijen ve lityum atomların modelleri ile ilgili soruya verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.21'de belirtilmiştir.

Tablo 4-21: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

		Deney Grubu			Kontrol Grubu		
		Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
		%	%	%	%	%	%
Magnezyum	Şekil	86	0	14	79	0	21
	Tanecik sayısı	83	0	17	78	0	22
	Modelin Adı	93	0	7	90	0	10
	Oyun Hamuru	76	7	17	70	30	0
	Renkli Top	72	7	21	70	14	16
	Tabak	90	0	10	88	0	12
	Açıklama	15	0	85	0	0	100
	Azot	Şekil	80	0	20	76	0
Tanecik sayısı		69	0	31	60	0	40
Modelin Adı		97	0	3	92	0	8
Oyun Hamuru		72	10	17	70	14	16
Renkli Top		72	10	17	92	4	4
Tabak		93	0	7	85	0	15
Açıklama		15	0	85	0	0	100
Oksijen		Şekil	93	0	7	78	0
	Tanecik sayısı	79	0	21	69	0	31
	Modelin Adı	97	0	3	92	0	8
	Oyun Hamuru	72	10	17	70	15	15
	Renkli Top	72	10	17	70	20	10
	Tabak	93	0	7	88	0	12
	Açıklama	15	0	85	0	0	100
	Lityum	Şekil	96	0	4	90	0
Tanecik sayısı		96	0	4	90	0	10
Modelin Adı		90	0	10	80	0	20
Oyun Hamuru		70	10	20	60	10	30
Renkli Top		70	10	20	60	8	32
Tabak		95	0	5	90	0	10
Açıklama		15	0	85	0	0	100

Tablo 4.21’de öğrencilerin açıklamalarına ve çizimlerine bakıldığında, şekildeki hatadan kaynaklı olmak üzere, taneciklerin yerlerini ve sayısını karıştırdıkları, katmanlara yanlış sayıda elektron yerleştirdikleri, elektron bulutundan bahsetmedikleri ya da ne olduğunu karıştırdıkları, modellerin adlarını yanlış ifade ettikleri genel anlamda iyonların ne olduğunu anlamakta ve ifade etmekte zorlandıkları görülmektedir. Her iki gruptaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun lityumda daha başarılı olmak üzere sırasıyla oksijen, magnezyum ve azot atomlarının elektron diziliminin şeklini doğru çizip elektron ve proton sayılarının eşit olduğunu

oyun hamurlarıyla doğru şekilde göstermişlerdir. Her iki gruptaki öğrencilerden bazıları atomların adını karıştırarak hatalı olarak ifade etmişler ve renkli toplarla ve oyun hamurlarıyla elektron proton ve nötronları doğru bir şekilde gösterirken, bazıları nötron ya da protonu göstermeyi unutmuş, bazıları sadece elektron ve protonu göstermiş, bazıları ise proton ve nötronu gösterip elektrondan hiç bahsetmemişlerdir. Her iki grupta da bazı öğrenciler katmanlara toplam sayı doğru olmasına rağmen oyun hamuru ve renkli topları yanlış yerleştirmişler veya gösterdikleri tanecikleri yanlış ifade etmişlerdir. Örneğin, lityum atomundaki 3 protonu tek katmanda 3, 1-2 şeklinde; azot atomundaki 7 protonu tek katmanda 7, 3-4, 5-2, 6-1 şeklinde; oksijen atomundaki 8 protonu tek katmanda 8, 3-5, 4-4, 6-2 şeklinde; magnezyum atomundaki 12 protonu 3-9, 4-8, 6-6, 5-7 şeklinde gösteren öğrenciler olmuşlardır. Tabağın neyi temsil ettiğine gelindiğinde ise kontrol grubunun deney grubundan daha çok zorlandığı, genel anlamda lityumda tabağın elektron bulutunu temsil ettiğini ifade eden öğrencinin daha çok olduğu bulunmuştur. Her iki gruptaki öğrenciler de modelleri açıklamakta zorlanmışlar, deney grubundaki öğrencilerden bazıları bilimsel olarak açıklarken, kontrol grubunda ise öğrencilerden büyük çoğunluğu herhangi bir açıklama yapmazken geri kalanlardan hiçbiri bilimsel olarak açıklayamamıştır.

Modelin Adı	Magnezyum
Oyun Hamuru	katmanlar ve elektronlar
Renkli top	Proton ve nötronlar
Tabak	Elektron bulutu
Modelin Çizimi	
	

Çizim 4-66: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D8)

D8 kodlu öğrencinin magnezyum atom modelinin adını, taneciklerin adını, yerlerini ve sayılarını, oyun hamuru ve tabağın neyi temsil ettiğini doğru şekilde ifade ettiği ve şekli bilimsel olarak doğru açıkladığı için çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.

Modelin Adı	Lityum
Oyun Hamuru	Lityum katman
Renkli top	Elektro
Tabak	Elektron bulutu
Modelin Çizimi	

Çizim 4-67: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K27)

K27 kodlu öğrencinin lityum atom modelinin adını, taneciklerin adını, yerlerini ve sayılarını, oyun hamuru ve tabağın neyi temsil ettiğini doğru şekilde ifade etmesine rağmen şekli bilimsel olarak yanlış açıkladığı, elektronları katmanlara yanlış yerleştirdiği için çizimi kısmen bilimsel olarak değerlendirmiştir.

Modelin Adı	oksijen
Oyun Hamuru	5 tane
Renkli top	beyaz
Tabak	plastik tabak
Modelin Çizimi	

Çizim 4-68: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (D30)

D30 kodlu öğrencinin oksijen atom modelinin adını, taneciklerin yerlerini doğru ifade edip, oyun hamuru, renkli top ve tabağın neyi temsil ettiği ile tanecik sayısını yanlış ifade etmesi ve herhangi bir açıklamada bulunmamasından dolayı çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

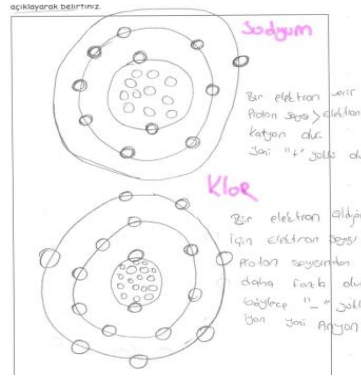
4.3.8. İyonlar Çalışma Kâğıdına İlişkin Bulgular

Her iki grupta da öğrencilerin iyonun ne olduğunu anlayıp anlamadığını, anyon ve katyon kavramlarını öğrenip öğrenmediğini ve varsa kavram yanlışlığını belirlemek amacıyla İyonlar çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Öğrencilerin Sodyum (Na) 11 protonu ve Klor (Cl) 17 protonu olan atomların modelleri ile ilgili soruya verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.22’de belirtilmiştir.

Tablo 4-22: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

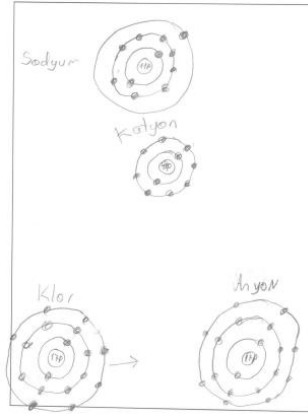
		Deney Grubu			Kontrol Grubu		
		Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan	Bilimsel	Kısmen Bilimsel	Bilimsel Olmayan
		%	%	%	%	%	%
Sodyum	Şekil	86	0	14	78	0	22
	Tanecik sayısı	72	0	28	69	0	31
	Açıklama	80	10	10	66	12	22
Klor	Şekil	76	0	24	73	0	27
	Tanecik sayısı	58	0	42	57	0	43
	Açıklama	80	10	10	57	12	31

Tablo 4.22’de, deney grubundaki öğrencilerin sodyum atomunun elektron dizilimini ve şeklini doğru şekilde göstermede, elektron ve proton sayılarını eşit olarak ifade etmede başarı oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Öğrencilerin klor atomunun elektron dizilimini ve şeklini doğru şekilde göstermede, elektron ve proton sayılarını eşit olarak ifade etmede ise sodyum atomuna göre proton sayısından dolayı zorlanmışlardır. Hem sodyum hem de klor iyonunun anyon ve katyon olmaları noktasında deney grubundaki öğrencilerin çoğunun bilimsel olarak açıkladıkları, her iki gruptan bazı öğrencilerin açıklama yapmadan sadece sodyum katyondur ve klor anyon diye ifade etmişlerdir. Her iki gruptan bazı öğrenciler sodyum anyondur, klor katyondur ya da bir proton alıp verir gibi kavram yanlışlığı olan ifadeler söylerken, kontrol birkaç öğrencinin herhangi bir açıklamada bulunmadığı da görülmüştür.



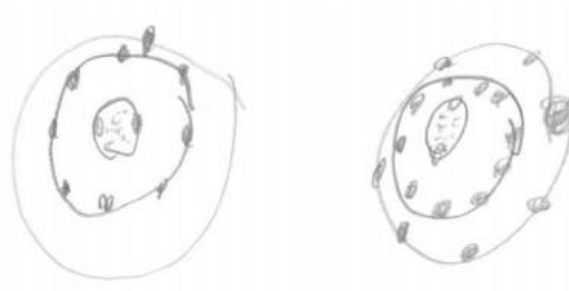
Çizim 4-69: Bulgular- Bilimsel çizime örnek (D18)

D18 kodlu öğrencinin sodyum ve klor atomunu elektron dizilimi ve şeklini doğru çizmesi, elektron ve proton sayısının eşit olduğunu göstermesi ve açıklamalarında sodyumun neden katyon, klorun neden anyon olduğunu doğru açıklamasından dolayı çizim bilimsel olarak doğru kabul edilmiştir.



Çizim 4-70: Bulgular- Kısmen bilimsel çizime örnek (K28)

K28 kodlu öğrencinin sodyum ve klor atomunu elektron dizilimi ve şeklini doğru çizmesi, elektron ve proton sayısının eşit olduğunu göstermesi ve açıklamalarında yalnızca sodyum katyon, klor anyon diye ifade edip herhangi bir açıklamada bulunmadığı için çizim kısmen bilimsel olarak değerlendirilmiştir.



Çizim 4-71: Bulgular- Bilimsel olmayan çizime örnek (K26)

K26 kodlu öğrencinin sodyum ve klor atomunun elektron dizilimi ve şeklini doğru çizmesine rağmen, hangi atomun sodyum ya da klor olduğunu belirtmemesi, elektron ve proton sayısı eşitliğine dikkat etmesi, herhangi bir açıklamada bulunmamasından dolayı çizimi bilimsel olarak doğru kabul edilmemiştir.

4.4. Atomun Yapısı ile ilgili Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşme ile genel anlamda ‘Grupların her ikisinde de Atomun Yapısı konusunda öğrencilerin cevapları bilimsel midir ve kavram yanılgıları var mıdır?’ ve ‘Öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili kavram yanılgılarında değişim var mıdır?’ sorularına cevap aranmıştır. Görüşmelerde elde edilen veriler nitel araştırma teknikleriyle analiz edilmiş ve tablolar şeklinde verilerek incelenmiştir.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmede her iki gruptaki öğrencilerin de atomun yapısı ile ilgili soruya verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri Tablo 4.23’de belirtilmiştir.

Tablo 4-23: Bulgular- Deney ve kontrol gruplarının verdikleri cevapların yüzde (%) değerleri

Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	%		%
Gökyüzü	8	Güneş	17
Oyuncak	8	Ağaç halkası	17
Küflenmiş peynir	8	Yıldız	17
Ampul	8	Kalem	8
Top	33	Top	25
Levha	8	El feneri	8
Dünya	8	Türkçe	8
Çay	8		
Dişli	8		
Hedef tahtası	8		

Tablo 4.23’de, atomun yapısını deney grubundaki öğrencilerin gökyüzü, oyuncak, küflenmiş peynir, ampul, hedef tahtası, levha, dünya, çay ve dişliye benzettikleri, kontrol grubundaki öğrencilerin ise güneş, ağaç halkası, yıldız, kalem, el feneri ve Türkçeye benzettikleri görülmüştür. Her iki grupta da en fazla benzetilen modelin toplamda top olduğu bulunmuştur.

Yarı yapılandırılmış görüşmede her iki gruptaki öğrencilerin de atomun yapısını benzediği model ile atom arasındaki benzerlik ve farklılıkları ile ilgili ifadeleri incelendiğinde yapısal ve fiziksel olarak ilişki kurdukları bulunmuştur. Deney grubunda topa benzeten öğrenciler (D18, D21, D29), top ve katmanların yuvarlak olması, toptaki karelerin elektrona benzemesi, topun her renk olup gözle görülmesi, atomun ise renksiz olup gözle görülmemesi gibi nedenlere bağlamışlardır. Kontrol grubunda topa benzeten öğrenciler (K23, K30, K34) ise sibobun olduğu yeri çekirdeğe, çizgileri katmana, üzerindeki yuvarlakları da elektronlara benzetmesi, topun her şekil ve renk olup, atomun ise belli olmadığı söylemişlerdir. Gökyüzüne benzeten öğrenci (D2), yıldızları elektrona ayı nötrona benzetip, atomda birden fazla nötron varken gökyüzünde bir ay olduğunu belirtmiştir. İçinde boncuklar olan oyuncığa benzeten (D3), dünyaya benzeten (D32) öğrenci ile küflenmiş peynire benzeten (D7) öğrencilerin, atomun da oyuncığın da içinde hareket eden taneciklerin olduğunu, dünya, küflenmiş peynir ve atomun yuvarlak olduğunu, oyuncığın ve dünyanın renkliyken atomun belli renklerde olduğunu, peynirin büyük olup gözle görülebildiğini atomun gözle görülmeyip küçük olduğunu ifade etmişlerdir. Levha (D14) ve kaleme (K15) benzeten öğrenciler, levha ve kalemin yüzeyi ile atomun yüzeyinin düz olduğunu, levha ve kalemin her renk olup atomun renginin ise cisme bağlı olduğunu söylemiştir. Çaya benzeten öğrenci (D23), çayın tanelerini elektrona, sıvısını da elektron bulutuna benzetip, çayın gözle görülmesine rağmen atomun görülmediğini belirtmiştir. Dişliye benzeten öğrenci (D28) ile yıldızla benzeten öğrenciler (K21, K28), dişlinin ve yıldızın da atom gibi ayrılıp birleştiğini, şekil olarak dişlinin girintili çıkıntılı iken, atomun düz olduğunu ve yıldızla olan büyüklük farklılığına değinmişlerdir. Hedef tahtasına benzeten öğrenci (D26) ile ağaç halkasına benzeten öğrenciler (K11, K36), tahtanın üzerindeki çizgilerle ve ağacın halkalarının katmanlar gibi yuvarlak olduğunu ve elektron yerine sayıların ve noktaların olduğunu, atomda elektronların hareket ederken tahtada sayıların hareket etmediğini, ağaç halkasında proton ve nötron gibi taneciklerin olmadığını

belirtmişlerdir. Güneşe benzeten öğrenciler (K3, K35) ile el fenerine (K12) ve ampule (D10) benzeten öğrencilerin atomun elektron saçarken, güneşin, el fenerinin ve ampulün de ışık saçtığını, güneşin yörüngesini hayali çizgiye benzetip, büyüklük olarak farklı olduğunu, el fenerinin de atom gibi taneciklerinin olmadığını, ampulün ışıklarının dik gittiğini ama elektronun her yere gittiğini söylemişlerdir. Türkçeye benzeten öğrenci (K18), Türkçenin de atomun tanecikleri gibi küçük parçaları ve bölümlerinin olduğu, atomun bir maddeyi oluşturması gibi Türkçenin de dilimizi oluşturduğunu, Türkçe bir ders atom ise bir dersin konusu olduğunu ve Türkçenin bir şeklinin olup atomun belli bir şeklinin olmadığını belirtmiştir.

4.5. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci sorusu “Atomun yapısı konusunda animasyon destekli etkinliklerin deney grubundaki öğrencilerin animasyona karşı tutumları üzerinde etkisi var mıdır?” şeklinde ifade edilmiş olup araştırma sonrasında yapılan görüş ölçeği betimsel istatistikler ile analiz edilmiş ve Tablo 4.24’de sunulmuştur.

Tablo 4-24: Bulgular- Deney grubunun animasyon kullanımına karşı tutumları

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
Görüş ölçeği	22	48	75	60,82	6,146
Geçerli N (listesel)	22				

Tablo 4.24’e göre, maksimum alınan puan 75 olması öğrencilerin atomun yapısı konusunda animasyon kullanımına karşı tutumlarının olumlu olduğunu göstermektedir.

Yarı yapılandırılmış görüşmede deney grubundaki öğrencilerin animasyon ile ilgili görüşleri sorulduğunda bir öğrenci hariç (D29) hepsi öğretici olduğunu, eğlendiklerini söylemişlerdir. Öğrenciler, animasyon sayesinde kolay öğrendiklerini (D2), animasyonların ilgilerini çektiklerini (D3, D14, D26, D32), animasyon sayesinde bilim insanlarının adı dâhil birçok şeyi hatırladığını (D3, D18, D21, D23), animasyonların diğer derslerde de olmasını istediğini (D3, D10, D32), animasyon sayesinde öğrendiklerini karıştırmayıp aklında tuttuğunu (D21), kitaplarda hareketli resim olmayıp animasyon da olduğundan taneciklerin hareketini daha iyi öğrendiklerini (D28, D32), hatta bir öğrenci bu konuda “Başka normal dersten daha

iyi öğrendik. Daha çok aklımızda kaldı. Animasyonla daha iyi öğrendik, kitaplarda hareketli resim olmadığı için, animasyonları sevdim olmasaydı daha az öğrenirdim. Protonla nötron böyle hareket edip çok az yer değiştiriyordu, elektron çok yer değiştiriyordu, hızlı oluyordu, atom modelleri vardı sonra. Bunlar kaldı aklımda.” şeklinde dile getirmiştir. Başka bir öğrenci (D26) ise “Öğreticiydi, sınavda kitaptan çok animasyonları hatırladım mesela. Animasyon değişik eğlenceli geldi, hep kitaptan işleyince diğer öğretmenler sıkıcı oluyordu, bir de animasyon olunca herkesin gözü derste oldu. Hiç ders dinlemeyen arkadaşım bile sonradan animasyonu anlattı, daha eğlenceliydi normalde derse göre daha iyi anladık o arkadaş bile anlamış yani animasyon sayesinde.” şeklinde ifade etmiştir. Animasyonu sevmeyen öğrenci (D29) ise “Çok da öğretici değil. Bilgiden çok, resim vardı. Ben, resimlerle pek iyi anlamıyorum. Atom modelleri, proton ve elektronlar vardı hareket eden onlar kaldı aklımda.” şeklinde belirtmiştir. Öğrenciler gösterilen animasyonlardan en çok atom modelleri animasyonu (D2, D3, D7, D10, D18, D21, D23) ile taneciklerin yüklerini ve hareketlerini gösteren animasyonun (D3, D10, D14, D18, D32) akıllarında kaldığını, atom bombası animasyonunu (D7, D28) ise sevdiklerini ifade etmişlerdir.

BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu kısımda, ikili kodlama prensibine göre hazırlanan animasyonların atomun yapısının öğretiminde yedinci sınıf öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine ve animasyon kullanımına karşı tutumlarına etkisinin araştırıldığı bu çalışmadaki bulguları temel alarak ulaşılan tartışmalar, sonuçlar ve öneriler yer almaktadır.

Araştırma bulgularına göre, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin son testteki başarı düzeyleri arasında istatistiksel anlamda anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bunun nedenlerinden biri, animasyonda kullanılan görsellerle kontrol grubunda kullanılan görsellerin aynı olması olabilir. Demircioğlu vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada da her iki grupta aynı görsellerin kullanılmasından dolayı, animasyon kullanılan deney ve kontrol gruplarının akademik başarılarının aynı seviyede oldukları bulunmuştur. Emrahoğlu ve Bülbül (2010) 'ün 9.sınıf öğrencileriyle yaptıkları çalışmada deney ve kontrol grubundaki görsellerin farklı olmasından dolayı animasyonun kavramsal öğrenmede anlamlı bir farklılığa etkisi olduğunu bulmuşlardır. Dolayısıyla öğrencilerin bazı kavramları (anyon, kation gibi) öğrenmesi aynı görsellerle desteklendiğinden kavramsal öğrenmeleri de aynı olmaktadır. Deney ve kontrol grupların da animasyon dışında yapılan bütün etkinliklerin ve görsellerin aynı olması da başarının aynı oranda olmasında etkili olmuştur. Öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinde fark olmamasının sebebi olarak, çalışmanın kısa zamanda olmasından dolayı yeterli sayıda etkinlik gerçekleştirilememesi, öğrencilerin ilk kez animasyonla ders işlemeden dolayı derse zor adapte olması ve öğrencilerin bu süreçte pasif olması da gösterilebilir. Güven ve Sülün (2012) 8.sınıf öğrencileriyle yaptıkları üç haftalık çalışmada, animasyon ve videonun fen dersinde öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca bu çalışmadan elde edilen sonuçlar (Karaçöp, vd., 2009; Duran, Balliel, & Bilgili, 2011; Demircioğlu, Aydın, & Demircioğlu, 2012; Daşdemir & Doymuş, 2012; Yaseen & Akaygün, 2016) çalışmalarıyla da uyumludur.

Uygulamadan önce, atomun yapısı ve tanecikleri konusunda öğrencilerin ön bilgilerinin ve açıklamalarının bilimsel olmadığı görülmüştür. Öğrencilerin çoğunun soruyu boş bıraktığı ve bu oranın kontrol grubunda daha fazla olduğu bulunmuştur. Yaptıkları şekillerle ilgili kontrol grubundaki öğrencilerin hiçbirinin açıklama yapmadığı, deney grubundaki öğrencilerin bilimsel olmasa da birçoğunun açıklama yaptığı görülmüştür. Son test ve atomun yapısı çalışma kâğıdı sonucunda ise, öğrencilerin atomun şeklini ve tanecik adlarını açıklamakta zorlandıkları ve deney grubundaki öğrencilerin daha fazla oranda açıklamalarının bilimsel olduğu bulunmuştur. Bu durumun nedeni olarak, atomun gözle görülemeyen yapısı gösterilebilir. Benzer şekilde, Harrison ve Treagust (1996), Yıldız (2006), Karagöz ve Sağlam-Arslan (2012), Çökelez ve Yalçın (2012), Çavdar ve Doymuş (2016) 'un çalışmalarında da öğrencilerin taneciklerin yerleri ve yükleri ile ilgili yanlış anlamalara sahip oldukları, adlarını birbirleriyle karıştırdıkları bulunmuştur. Atomun rengi konusunda ise deney grubundaki öğrencilerin bilimsel açıklamalarının daha fazla olduğu görülürken, çalışma kâğıdında ise kontrol grubundaki öğrencilerin daha fazla olduğu görülmüştür. Çizdikleri modellerle ilgili açıklamalarda ise deney grubundaki öğrencilerin açıklamalarının daha bilimsel olduğu, kontrol grubunun yarısının herhangi bir açıklama yapmadığı, deney grubundakilerin ise yarısının bilimsel olmasa da açıklama yaptıkları bulunmuştur. Çökelez ve Yalçın (2012) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin çok azının açıklamada buldukları ve uygulama öncesi atomun özellikleriyle ilgili kavramlar kullanan öğrencilerin, uygulamadan sonra atomun yapısıyla ilgili bilimsel kavramlar kullandıkları ve çizimleri ile açıklamalarının birbiriyle tutarlı olduğu bulunmuştur. Çalışma kâğıdının sonucuna göre ise öğrencilerin atomun yapısıyla ilgili modellerinin bilimsel olmadığı görülmüştür. Yıldız (2006) tarafından yapılan çalışmada da öğrencilerin zihinlerindeki atom imajının genellikle yanlış kavramlarla ilişkilendirdikleri ve bilimsel olmadıkları görülmüştür. Çökelez ve Yalçın (2012) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin yarısından çoğunun atomun yapısını yanlış çizdikleri bulunmuştur. Taneciklerin hareketliliği konusunda ise son test ve çalışma kâğıdına göre, öğrencilerin açıklamaların bilimsel olmadığı, deney grubunun bilimsel olmasa da bu konuda açıklama yapıldığı, kontrol grubundaki öğrencilerin ise hiçbirinin herhangi bir açıklamada bulunmadığı görülmüştür. Taneciklerin hareketliliği konusunda görüşme sonucunda ise, deney grubundaki öğrencilerin çoğunlukla elektron, proton

ve nötronun hareket ettiğini, kontrol grubundaki öğrencilerin ise çoğunlukla yalnızca elektronun hareket ettiğini düşündükleri görülmüştür. Taneciklerin hareket edip etmemesi konusunda ise yerlerinin, büyüklüklerinin, yüklerinin ve ağırlıklarının neden olarak görüldüğü bulunmuştur. Üçünün de hareket ettiğini düşünen öğrencilerin deney grubunda daha çok olmak üzere proton ve nötronun hızını yaklaşık olarak aynı, elektronun ise daha hızlı olduğunu savundukları bulunmuştur. Bunun nedeni ise, deney grubundaki öğrencilerin bu durumu animasyonda gözlemlerken, kontrol grubunun yalnızca resim üzerinde görmesi olabilir. Karagöz ve Sağlam-Arslan (2012) yaptıkları çalışmada öğrencilerin büyük çoğunluğunun hareketlilik konusunda kavram yanlışlarının olduğunu, bir kısmının hiç değinmediği bulunmuştur. Akaygün (2016) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin çok az kısmının çizim ya da anlatımlarında hareket unsurlarına yer verdikleri görülmüştür. Baybars ve Küçüközer (2014) yaptıkları çalışmada da atomun taneciklerinin adları, yerleri ve hareketlilikleri konusunda birçok kavram yanlışına rastlanılmıştır. Bu durumun nedeni olarak, öğrencilerin animasyon izledikleri halde çizim ve anlatımların taneciklerin hareketini göstermede etkili olmadıkları gösterilebilir. Bu sebeple, öğrencilere hareketleri kolayca oluşturabilecekleri animasyonları yazılımları öğretilerek animasyon oluşturmaları önerilebilir.

Yarı yapılandırılmış görüşmede öğrencilerin, atomun yapısı ile günlük hayattan ve somut örneklerle benzetim yaptıkları, deney grubundaki öğrencilerin gökyüzü, oyuncak, küflenmiş peynir, ampul, hedef tahtası, levha, dünya, çay ve dişliye benzettikleri, kontrol grubundaki öğrencilerin ise güneş, ağaç halkası, yıldız, kalem, el feneri ve Türkçeye benzettikleri, her iki grupta da en fazla benzetilen modelin top olduğu bulunmuştur. Taneciklerin buldukları yerler, katmanlar, atomun şekli, parçalanıp birleşmesi, maddeyi oluşturması açısından benzerliklerin olduğu; atomun gözle görülmemesi, rengi, tanecik sayısı ve hareketliliği, boyutu, şekli açısından farklılıkların olduğu görülmüştür. Literatürdeki benzer çalışmalarda, atom ile güneş sistemini benzettikleri (Harrison & Treagust, 1996; Karagöz & Sağlam-Arslan, 2012; Kiray, 2016; Muştu & Özkan, 2017; Özgür & Bostan, 2007; Yaseen & Akaygün, 2016; Yıldız, 2006), üzümlü keke benzettikleri (Yıldız, 2006), dünyaya ve dönme dolabına benzettikleri (Karagöz & Sağlam-Arslan, 2012), yuvarlak nesneye benzettikleri (Çökelez & Yalçın, 2012; Kaya, 2018; Tezcan & Salmaz, 2005) görülmüştür.

Atom modeli çizimlerinde, öğrencilerin hiçbirinin Thomson atom modeli çizmediği, Democritus ve Dalton atom modellerinin yalnızca kontrol grubundaki öğrenciler tarafından, Rutherford atom modelinin ise yalnızca deney grubu öğrencileri tarafından çizildiği görülmüştür. Öğrenciler tarafından en fazla çizilen atom modelinin ise Bohr atom modeli olduğu, daha sonra ise Modern atom modelinin çizildiği fark edilmiştir. Bunun nedeni ise kitaplarda ve internette yer alan resimler ve Modern atom modeline göre daha kolay olması gösterilebilir. Balım ve Ormancı (2012) tarafından ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmada öğrencilerin zihinlerindeki atom modellerini çizerken yuvarlak şekilde etrafında yörüngelerden oluşan Bohr atom modeline benzer bir model çizdikleri fark edilmiştir. Muştı ve Uçer (2018) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin çekirdek ve etrafında yörünge ile yörünge üzerinde elektronlar olan çizimlerinin Bohr atom modeliyle benzer olduğu tespit edilmiştir. Yıldız (2006) tarafından yapılan çalışmada da öğrencilerin çizimlerinde en çok Rutherford, sonra Bohr ve Moderne rastlanılmıştır. Özgür ve Bostan (2007) ve Muştı ve Özkan (2017) tarafından yapılan çalışmalarda da en çok Bohr atom modeli olmak üzere, Rutherford, Thomson ve Dalton atom modelini de çizdikleri görülmüştür. Yapılan başka araştırmalarda öğretim öncesinde öğrencilerin çoğunluğunun modelinin Dalton atom modeline benzerken, öğretim sonrasında Bohr Atom Modeli olduğu görülmüştür (Çökelez & Yalçın, 2012; Yaseen & Akaygün, 2016). Baybars ve Küçüközer (2014) tarafından fen bilgisi öğretmen adayları ile yapılan çalışmada öğretim öncesinde modellerinin Bohr atom modeline benzediği, öğretim sonrasında ise Modern atom modelini çizdiklerini bulunmuştur. Tsaparris & Papaphotis, (2009), Çökelez (2012), Özgür ve Bostan (2007)' in yaptıkları çalışmalarda da bireylerin zihinsel modellerinin Bohr Atom Modeline benzer yapıda olduğu bulunmuştur. Çökelez ve Yalçın (2012) tarafından yapılan çalışmada, en fazla Bohr atom modeli olmak üzere, Rutherford ve Modern atom modelinin çizildiği ve bu durumun nedeni olarak da bu modelin ders kitaplarında fazla yer almasından dolayı olabileceğini savunmuşlardır. Kiray (2016) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin yarısından çoğunun Bohr atom modelini olmak üzere Rutherford atom modelini de çizdikleri görülmüştür. Her iki grupta öğrencilerin derste öğrendikleri atom modelleri dışında kendi deneyimlerine göre tasarladıkları bilimsel olmayan atom modelleri çizdikleri de görülmüştür. Demircioğlu vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada da öğrencilerin bu konuyla ilgili kavramları kendi deneyimleri ve ön

bilgileriyle açıklamaya çalıştıkları görülmüştür. Yıldız (2006) tarafından yapılan çalışmada ise öğrencilerin atomun yapısını zihinlerinde doğru bir şekilde yapılandırmadıkları, tarihsel modellerden etkilendikleri ve bir kısmının çizdiği modelin hiçbir tarihsel modelle uyuşmadığı bulunmuştur. Öğrencilerin sahip oldukları bu yanlış anlamaların nedeni konusunda ise derslerdeki benzeşimlerden etkilenip zihinsel modellerini bu şekilde yapılandıkları ifade edilmiştir (Yıldız, 2006). Deney grubunda her öğrenci bu soruyu yanıtlarken, kontrol grubundaki öğrencilerin bir kısmı ise bu soruyu hatırlamadığı gerekçesiyle cevaplamamıştır. Kaya (2010) tarafından yapılan çalışmada, atomun altmikroskopik düzeyde gerçekleşen bir kavram olduğundan dolayı öğrencilerin atom konusunda zihinsel bir model gerçekleştirmelerinin oldukça zor olduğu ve bu nedenle genelde boş bıraktıkları bulunmuştur. Kaya (2018) tarafından yapılan çalışmada ise öğrencilerin çoğunluğunun atom kavramını kısmen anladıkları ve atomun yapısı konusunda ise yeterli bilgiye sahip olmadıkları bulunmuştur.

Tarihsel atom modelleri ile ilgili ön testte, öğrencilerin, atom modelleri konusunda ön bilgilerinin ve açıklamalarının bilimsel olmadığı bulunmuştur. Kontrol grubundaki öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun soruyu boş bırakıp hiçbirinin açıklama yapmadığı, deney grubunun ise yarısından çoğunun soruyu boş bırakıp bilimsel olmasa da bazılarının açıklama yaptığı görülmüştür. Atom modelleri çalışma kağıdının sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin oluşturduğu atom modellerinin adının hepsinin bilimsel olduğu, bilimsel olmayan herhangi bir atom modeli isminin olmadığı, kontrol grubundaki öğrencilerin ise çoğunluğunun atom modelinin adının bilimsel olduğu görülmüştür. Yapılan son test ve yarı yapılandırılmış görüşme sonucunda ise, Democritus, Dalton, Thomson, Rutherford ve Bohr atom modelleri çizimleri incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının atom modelini ve bilim insanının adını bilimsel olarak açıkladığı, kontrol grubunda ise bu oranın daha az olduğu görülmüştür. Deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının, kontrol grubundaki öğrencilerin ise bazılarının Democritus atom modelini doğru çizmesine rağmen, herhangi bir bilimsel açıklamaya dayandırmadıkları bulunmuştur. Deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun Dalton, Thomson, Rutherford ve Bohr atom modellerini doğru şekilde çizmesine rağmen, çok azının bilimsel açıklamaya dayandırdığı ve bu oranın kontrol grubunda daha az olduğu bulunmuştur. Thomson, Rutherford ve Bohr atom modelleri ile ilgili deney

grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının bilimsel olmasa da açıklama yaptığı, kontrol grubundaki öğrencilerin ise yarısından fazlasının herhangi bir açıklamada bulunmadığı fark edilmiştir. Modern atom modeli ve çalışma kâğıdındaki çizimler incelendiğinde, kontrol grubunun çizimlerinin deney grubuna oranla daha fazla bilimsel olmasına rağmen, kontrol grubunun çoğunun açıklama yapmadığı ve deney grubunun açıklamalarının daha bilimsel olduğu bulunmuştur. Çizilen modellerde, deney grubundaki öğrenciler daha az olmak üzere, öğrencilerin birçoğunun hem açıklamalarının hem de çizimlerinin bilimsel olmadığı bulunmuştur. Çavdar ve Doymuş (2016) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin çizdikleri atom modelleri incelendiğinde, Thomson atom modelinde pozitif ve negatif yükleri küre içine homojen olarak çizmedikleri, Rutherford atom modelinde protonları, elektronları ve çekirdeği çizmeyi unuttukları yada çekirdekte negatif yük gösterdikleri, Bohr atom modelinde ise elektronları katmanlara doğru sayıda yerleştirmedikleri, çekirdekte negatif yük gösterdikleri ya da elektron bulunmayan katman çizdikleri, çekirdeğin ve çekirdekte proton ve nötronun gösterilmemesi gibi hatalar bulunmuştur. Deney grubu daha az olmak üzere her iki gruptaki öğrencilerin atom modellerini doğru çizmelerine rağmen açıklamalarının yanlış olduğu bulunmuştur. Yapılan bazı çalışmalarda Modern atom modeli açıklanırken elektron bulutuna çok az değinildiği (Çökelez & Yalçın, 2012) ve elektron bulutunun etrafında bir sınır olduğunun düşündükleri (Yıldız, 2006) ortaya konulmuştur. Yeğnidemir (2000) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin atom modellerini doğru bir şekilde açıklayamadıkları bu konuda bazı kavram yanılgılarına sahip oldukları, nedeni araştırıldığında ise öğrencilerin atom gibi altmikroskopik düzeyde gerçekleşen kavramı açıklarken makroskopik özelliklerden yararlanıp, bu iki seviyeyi birbirine karıştırdıkları tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerin Democritus atom modelini Thomson ve Dalton atom modeli ile, Dalton'ı Thomson ile, Rutherford'u Modern ve Bohr ile Modern'i Dalton ile, Bohr'u Rutherford ile karıştırdıkları görülmüştür. Deney grubundaki öğrencilerin Dalton atom modelini Democritus, Bohr ve Rutherford atom modeli ile, Thomson'ı Rutherford ile, Rutherford'u Bohr ve Dalton ile, Bohr'u Rutherford ve Dalton ile karıştırdıkları görülmüştür. Öğrencilerin atom modellerini birbiriyle karıştırmalarının nedeni olarak, zihinsel modellerin süreç içinde geliştiği ve yeni bilgilerle birlikte öğrencilerin tam olarak modelleri kavrayamamaları gösterilebilir. Kahraman ve Demir (2011) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin

bazılarının Bohr'u Thomson ile Thomson'ı Modern atom modeliyle karıştırdıkları görülmüştür. Yıldız (2006) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin Rutherford ve Modern atom modelini Thomson atom modeliyle karıştırdıkları ve çoğunun modelinin Modern atom modelinden farklı olduğu bulunmuştur. Her iki gruptaki öğrencilerin bazılarının kendi tasarladıkları başka modeli çizmelerine rağmen, açıklamalarının sorulan atom modeliyle tutarlı olduğu fark edilmiştir. Bunun nedeni olarak ise, öğrencilerin atom modeli ile ilgili bilgiyi öğrenirken modelini tam olarak kavrayamamaları gösterilebilir. Her iki gruptaki öğrencilerin bazılarının ise hatırlamadıkları gerekçesiyle soruyu cevaplamadıkları ve deney grubunun modellerinin daha fazla oranda ders kitabındaki modellerle tutarlı olduğu görülmüştür. Yaseen ve Akaygün (2016) tarafından yapılan çalışmada, tüm sınıf seviyelerinde öğrencilerin zihinsel modelleri ile ders kitabındaki atom modeli görsellerinin kıyaslandığında birbirleri ile tam olarak örtüşmediği bulunmuştur. Bunun nedeninin ise, öğrencilerin kitaplara kıyasla daha fazla Bohr atom modelini çizmelerinden ve kendi modellerini oluşturmalarından dolayı olacağı düşünülmektedir. Atom Modeli Tasarımı çalışma kâğıdında, kontrol grubundaki öğrencilerin bazılarının çizim yapmadığı, deney grubundaki öğrencilerin ise bazılarının bilimsel olmasa da çizim yaptığı, hiçbirinin boş bırakmadığı görülmüştür. Kontrol grubundaki öğrencilerin ise çizimlerinin daha yaratıcı olduğu, yapılan modelleri ise daha bilimsel açıkladıkları bulunmuştur.

Çivinin ve karbon elementinin yapıtaşlarını çiziminde ön testte, öğrencilerin çizerken oldukça zorlandıkları ve çizimlerinin bilimsel olmadığı tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerin çoğunun soruyu boş bırakırken, deney grubundakilerin yarısına yakının bilimsel olmasa da çizim yapıp açıklamada buldukları görülmüştür. Yapılan son test ve elementler çalışma kâğıdı sonucunda ise, her iki gruptaki öğrencilerin atomların şeklini, boyutunu ve rengini açıklamakta zorlandıkları, bilimsel olarak açıklayan öğrencilerin deney grubunda daha fazla oranda oldukları bulunmuştur. Elementler çalışma kâğıdındaki çizimlere göre, kontrol grubundaki öğrencilerin ise her elementin farklı atomlardan oluşup oluşmadığı noktasında deney grubundaki öğrencilerden daha fazla kavram yanılığısına sahip oldukları ve öğrencilerin çizimlerinden bazılarının şekillerle aynı olduğu tespit edilmiştir.

Öğrencilerden günlük hayattan örnekler vermeleri istendiğinde ise, kontrol grubundaki öğrencilerin günlük hayattan bilimsel olarak daha fazla element örnek vermelerine rağmen, deney grubundaki öğrencilerin örnek verdikleri elementler ile şekilleri arasında daha fazla bilimsel olarak bağlantı kurdukları görülmüştür. Her iki gruptaki öğrencilerin ise çoğunluğunun açıklamalarının bilimsel olmadığı ve elementin yapısını anlamakta zorlandıkları görülmüştür. Buna benzer çalışmalar yapılmış olup, öğrencilerin, cisimlerin atomlarının cisimlerin minyatür hali olarak düşündükleri, atom ile element kavramını karıştırdıkları, element kavramıyla ilgili kavramsal yanlışlarının olduğu görülmüştür (Özgür & Bostan, 2007; Çökelez & Yalçın, 2012). Yapılan yarı yapılandırılmış görüşme sonucunda ise, öğrencilerin demir ve bakır atomlarının farklı olmalarını farklı sebeplere dayandırdıkları, her iki gruptan da yalnızca birer öğrencinin aynı olduğunu düşündükleri görülmüştür. Farklılığının en fazla renkten olmak üzere atomlar arası boşluktan, şekilden, tanecik sayısından ve sertlikten kaynaklandığını her iki gruptaki öğrencilerin, büyüklük, uzunluk ve cinslerinden kaynaklandığını yalnızca kontrol grubundaki öğrencilerin, yüklerinden kaynaklandığını ise yalnızca deney grubundaki öğrencilerin düşündükleri bulunmuştur. Öğrencilerin element yapıtaşlarını çizerken zorlanmaları, farklı elementlerin aynı atomdan oluştuğunu düşünmesinin nedeni olarak çoklu gösterimler arası geçişte kavram yanlışlarının olması gösterilebilir. Demircioğlu vd. (2012) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, öğrencilerin alüminyum ve demir atomlarının proton, nötron ve elektron içermelerinden dolayı aynı olduklarını düşündükleri bulunmuştur.

Öğrencilerin bakır levhanın eğildiğinde ya da ısıtılıp genişlediğinde içindeki atomların değişiminin şeklini ve boyutunu açıklamakta zorlandıkları ve deney grubundaki öğrencilerin açıklamalarının daha fazla bilimsel olduğu bulunmuştur. Demircioğlu vd. (2012) yaptıkları araştırmada, öğrencilerin bakır levhanın çekiçle dövüldüğünde atomlarının da ezileceğini düşündükleri ve atomlarla maddenin fiziksel özellikleri ayırt etme konusunda güçlük yaşadıkları bulunmuştur. Özgür ve Bostan (2007) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin maddenin ısıtılması sonucu atomlarının da genişleyeceğini düşündükleri görülmüştür. Öğrencilerin atom ve element gibi soyut konuyla ilk kez karşılaşması, altmikroskopik boyutun gözlemlenememesi ve müfredatta konuya ayrılan sürenin az olması da kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmuş olabilir.

Kararlı Atomlar ve Katmanlar çalışma kâğıdı analiz sonucunda, kararlı atomların ve iyonların şekli, adları, tanecikleri ve elektron dizilimleri konusunda deney grubunun oluşturdukları modellerin ve açıklamalarının daha bilimsel olduğu bulunmuştur. Kontrol grubunda ise öğrencilerin hiçbirinin yaptıkları modelleri bilimsel olarak açıklayamadıkları görülmüştür. Öğrencilerin katmanlara fazla elektron çizdikleri ve iyon ile kararlı atomu aynı çizdikleri görülmüştür. İyonlar çalışma kâğıdında ise, her iki gruptaki öğrencilerin klor atomunun şeklini ve tanecik sayısını çizerken daha çok zorlandıklarını, deney grubundaki öğrencilerin anyon ve katyon olma durumlarıyla ilgili açıklamalarının daha bilimsel olduğu görülmüştür. Çavdar ve Doymuş (2016) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin nötr atom çizimleri ile iyon çizimlerini karıştırdıkları, nötr oksijen atomunun çiziminde; ikinci katmana altıdan fazla elektron çizdikleri, oksijen iyonunu nötr oksijen atomu ile aynı çizdikleri, ikinci katmana sekizden fazla elektron çizdikleri, ikinci katman dolmadan üçüncü katmana geçtikleri bulunmuştur. Buna paralel sonuçlar literatürde de tespit edilmiştir (Dönmez 2011; Minaslı 2009; Uslu, 2011; Şeker & Kartal, 2017). Bu duruma ise öğrencilerin kararlı atom, iyon gibi soyut kavramlarla ilk kez karşılaşması ve konunun anlamlı şekilde öğrenilmesi için ayrılan zamanın az olması, etkinliklerle pekişmesi için gerekli sürenin ayrılmamış olması neden olmuş olabilir.

Animasyon Görüş Ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme sonucunda, Atomun Yapısı konusunda animasyon kullanımına karşı tutumlarının olumlu olduğu bulunmuştur. Literatürde yapılan benzer çalışmalarda da animasyona karşı tutumun olumlu olduğu (Daşdemir & Doymuş, 2012; Güvercin, 2010), deney grubundaki öğrencilerin bilgilerinin kalıcı olma düzeyinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (Canpolat & Tağ, 2014).

Elde edilen bu sonuçlara göre, alternatif kavramlar tamamıyla ortadan kaldırılamamış, hatta farklı kavramlar da ortaya çıkmıştır. Demircioğlu vd. (2012) yaptıkları çalışmada, bu durumun sebebi olarak, atomun soyut yapısından dolayı öğrencilerin zihninde tam olarak bir modelinin olmaması ya da yanlış modele sahip olduğunu savunmuşlardır. Bu çalışmada da animasyonların soyut kavramları somutlaştırarak öğrencilerin daha iyi öğrenmelerini ve öğrendikleri bilgileri daha uzun süre hatırlama tutmaya yardımcı olduğu görülmüştür. Literatürde eğitimde animasyon kullanımının öğrencilerin dersteki başarılarında ve tutumlarında olumlu

etkisinin olduğu bulunmuştur (Daşdemir & Doymuş, 2012; Karaçöp vd., 2009; Katırcıoğlu & Kazancı, 2003; Powell, Aeby, & Carpenter-Aeby, 2003; Yener, Aydın, & Köklü, 2012). Yurt dışındaki çalışmalarda, animasyonun fen ve teknoloji dersinde kavram öğrenme konusunda diğer yöntemlere göre daha yardımcı olduğunu, motivasyon ve bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde etkili olduğunu ortaya çıkarmışlardır (Kelly & Jones, 2007; Korakakis vd., 2009; Plass, Homer & Hayward, 2009). Öğrencilerin animasyonları kendilerinin oluşturmaları sağlanarak kavram yanlışlarının giderilip giderilemediğine bakılıp, daha net sonuçlar elde edilebilir. Bazı çalışmalar ise animasyonun kavram yanlışlarını gidermede (Ardaç & Akaygün, 2004; Karaçöp, Doymuş, Doğan & Koç, 2009; Karagöz & Korkmaz, 2015; Yang, vd., 2003; Yeziarski & Birk, 2006) ve bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde (Al-Ahmadi & Oraif, 2009) etkili olduğunu bulmuşlardır.

Atomun yapısı konusu öğrenciler için gözde canlandırması zor ve soyut bir konu olduğundan, ders kitaplarındaki görsel ve analogilerin öğrencilerin kavram yanlışlarını ortadan kaldıracak şekilde düzenlenmesi 3-boyutlu gösterimler, arttırılmış gerçeklik gibi dijital ortam ve araçlara başvurulması gerekmektedir. Bu noktada öğretmenlere çeşitli materyal geliştirme ve uygulama konusunda hizmet içi eğitimler verilmeli ve müfredattaki diğer soyut ve karmaşık konularla ilgili animasyonlar hazırlanıp öğretmen kılavuzlarının yanında verilmelidir. Bunun yanında, idare de animasyon uygulamaları için gerekli donanımı sağlayarak öğrenci ve öğretmeni hazırlama ve uygulama noktasında desteklemelidir. Çalışma sonunda öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinde kısa süreli eğitimle bir fark olmadığı gözlemlendiğinden, kavramsal öğrenmede fark olması için bu konuda uzun süreli çalışmalar tasarlanmalıdır. Ayrıca animasyonların başka yöntem ve konularda da etkili olup olmadığı başka bir araştırma ile incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Adbo, K., & Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31(6), 757-786.
- Agapova, O., Jones, L., Ushakov, A., Ratcliffe, A., & Martin, M. (2002). Encouraging independent chemistry learning through multimedia design experiences. *Chemical Education International*, 3(3), 1-8.
- Ainsworth, S. E., P.A. Bibby, P. A., & Wood, D. (2002). Examining the effects of different multiple representational systems in learning primary mathematics. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 25-61.
- Akaygün, S. (2016). Is the oxygen atom static or dynamic? The effect of generating animations on students' mental models of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 788-807.
- Akçay, H., Tüysüz, C., Feyzioğlu, B., & Oğuz, B. (2008). Bilgisayar tabanlı ve bilgisayar destekli kimya öğretiminin öğrenci tutum ve başarısına etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 169-181.
- Akçay, S., Aydoğdu, M., Yıldırım, H., & Şensoy, O. (2005). Fen öğretiminde ilköğretim 6. sınıflarda çiçekli bitkiler konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 1(13), 130-116.
- Akıllı, M., & Seven, S. (2014). 3D bilgisayar modellerinin akademik başarıya ve uzamsal canlandırmaya etkisi: atom modelleri. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 11-23.
- Akkoyunlu, B., & Yılmaz, M. (2005). Türetimci çoklu ortam öğrenme kuramı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(1), 9-18.

- Al-Ahmadi, F. M., & Oraif, F. (2009). Working memory capacity, confidence and scientific thinking. *Research in Science Technological Education*, 27(2), 225-243.
- Al-Balushi, S. M., & Al-Hajrib, S. H. (2014). Associating animations with concrete models to enhance students' comprehension of different visual representations in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 47-58.
- Al-Balushi, S. M., Al-Musawi, A. S., Ambusaidi, A. K., & Al-Hajri, F. H. (2016). The effectiveness of interacting with scientific animations in chemistry using mobile devices on grade 12 students' spatial ability and scientific reasoning skills. *Journal of Science Education and Technology*, 12, 70-81.
- Aldağ, H., & Sezgin, M. E. (2002). Multimedya uygulamalarında ikili kodlama kuramı. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15(1), 29-44.
- Altınışik, S., & Orhan, F. (2002). Sosyal bilgiler dersinde çoklu ortamın öğrencilerin akademik başarıları ve derse karşı tutumları üzerindeki etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(2), 41-49.
- Anne, E., & Roland, E. (2009). *An exploratory study of high school students' conceptions of atomic and cellular structure and the relationships between atoms and cells*. Doktora Tezi. University of Kentucky College of Education, Lexington.
- Ardaç, D., & Akaygün, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.
- Ardac, D., & Akaygun, S. (2005). Using static and dynamic visuals to represent chemical change at molecular level. *International Journal of Science Education*, 27(11), 1269-1298.
- Arslan, P. Y. (2012). A review of multimedia learning principles: Split-attention, modality, and redundancy effects. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 114-122.

- Atılboz, N. (2004). Lise 1. Sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(24), 147-157.
- Avcı, F., Şeşen, B. A., & Kırbaşlar, F. G. (2014). Determination of seventh grade students' understanding of certain chemistry concepts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152, 602-606.
- Ayas, A., & Demirbaş, A. (1997). Turkish secondary students' conception of introductory chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518-521.
- Ayvacı, Ş. H., Abdüsselam, Z., & Abdüsselam, M. S. (2012). Animasyon destekli çizgi filmlerin fen öğretimine etkisi: 6. sınıf kuvveti keşfedelim konusu örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 182-190.
- Balım, A. G., & Ormancı, Ü. (2012). İlköğretim öğrencilerinin "Maddenin Tanecikli Yapısı" ünitesine yönelik anlama düzeylerinin çizim yoluyla belirlenmesi ve farklı değişkenlere göre analizi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 255-265.
- Barak, M., Ashkar, T., & Dori, Y. J. (2010). Teaching science via animated movies: Its effect on students' learning outcomes and motivation. Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research. Raanana: The Open University of Israel.
- Barke, H. D., & Büchter, J. (2018). Laboratory jargon of lecturers and misconceptions of students. *African Journal of Chemical Education*, 8(1), 28-38.
- Baybars, M. G., & Küçüközer, H. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının "Atom" kavramına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(4), 405-417.
- Beerenwinkel, A., Parchmann, I., & Grasel, C. (2011). Conceptual change texts in chemistry teaching: A study on the particle model of matter. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 671-696.

- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1987). Students' visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, 24, 117-120.
- Boo, H. K. (1998). Students' understanding of chemical bonds and the energetic of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 3(5), 569-581.
- Bozoğlu, M. (2007). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinde atom kavramı hakkında imaj oluşturmada rol oynama yönteminin etkisi*. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bunce, D. M., & Gabel, D. (2002). Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 911-927.
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J., & Windschitl, M. A. (1998). Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *Journal of Chemical Education*, 75(12), 1658-1661.
- Canpolat, E., & Tağ, M. S. (2014). Atomun Yapısı konusunu öğrenmede klasik yöntemler ile bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkileri. *Turkish Journal of Educational Studies*, 3(8), 87-114.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S., & Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramalar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 135-146.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction*, 8(4), 351-362.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2008). An evaluation of a teaching intervention to promote students' ability to use multiple levels of representation when describing and explaining chemical reactions. *Research in Science Education*, 38(2), 237-248.
- Chang, H., Quintana, C., & Krajcik, J. S. (2010). The impact of designing and evaluating molecular animations on how well middle school students understand the particulate nature of matter. *Science Education*, 94(1), 73-94.

- Cheng, M., & Gilbert, J. K. (2009). Towards a better utilization of diagrams in research into the use of representative levels in chemical education. Gilbert, J. K. & M. Cheng (Eds.) *In Multiple representations in chemical education* (s.55-73). Dordrecht: Springer.
- Chiu, M. H., & Wu, H. K. (2009). The roles of multimedia in the teaching and learning of the triplet relationship in chemistry. Gilbert, J. K. & M. Cheng (Eds.) *In Multiple representations in chemical education* (s. 251-283). Dordrecht: Springer.
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149-210.
- Clark, D. & Jorde, D. (2004). Helping students revise disruptive experientially supported ideas about thermodynamics: Computer visualizations and tactile models. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 1-23.
- Cooper, G. (1998). Research into cognitive load theory and instructional design at UNSW, *Learning and Instruction*, 9(4), 2-33.
- Cox, M., Steegen, A., & Cock, M. D. (2016). How aware are teachers of students' misconceptions in astronomy? A qualitative analysis in Belgium. *Science Education International*, 27, 277-300.
- Cresswell, J. W., (2016), Araştırma deseni nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları (Çev. S. B. Demir). Ankara: Eğiten Kitap.
- Cuevas, J., & Dawson, B. L. (2018). A test of two alternative cognitive processing models: Learning styles and dual coding. *Theory and Research in Education*, 16(1), 40-64
- Çakır, H. (1999). *Bilgisayar Destekli Eğitimde Grafik ve Animasyonlarının Kullanılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çalık, M., Ünal, S., Coştu, B., Dede, N., & Ayas, A. (2009). Investigating effectiveness of analogies embedded within four-step constructivist teaching

model: A case of the 'atom' concept. *Journal of Science Education*, 10(1), 36-40.

Çavdar, O., & Doymuş, K. (2016). Fen ve teknoloji dersinde işbirlikli öğrenme yönteminin iyi bir eğitim ortamı için yedi ilke ve modellerle kullanılması. *Journal of Theory and Practice in Education*, 3(12), 741-768.

Çekbaş, Y., Yakar, H., Yıldırım, B., & Savran, A. (2003). Bilgisayar destekli eğitimin öğrenciler üzerine etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4),76-78.

Çepni, S., Taş, E., & Köse, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers & Education*,46(2), 192-205.

Çevik, İ., Keleş, A., & Keleş, A. (2017). Fen eğitiminde 3D animasyonlar ile soyut konu ve kavramların öğretilmesi. *Electronic Turkish Studies*, 12(6), 197-214.

Çiçek, Ş. (2008). *Lise II Öğrencilerinin kimya dersinde başarıları ve tutumları üzerine bilim şenliklerinin etkisinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Ankara.

Çökelez, A. (2012). Junior high school students' ideas about the shape and size of the atom. *Research in Science Education*, 42, 673-686.

Çökelez, A., & Yalçın, S. (2012). The analysis of the mental models of students in grade-7 regarding atom concept. *İlköğretim Online*, 11(2), 452-471.

Daşdemir, İ., & Doymuş, K. (2012a). 6.sınıf Elektrik ünitesinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve bilgilerin kalıcılığına etkisi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 7(2), 197-208.

Daşdemir, İ., & Doymuş, K. (2012b). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 34-42.

- Daşdemir, İ., Uzoğlu, M., & Cengiz, E. (2012). 7. sınıf vücutumuzdaki sistemler ünitesinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 54-62.
- Daşdemir, İ., & Doymuş, K. (2013). Maddenin Yapısı ve Özellikleri ünitesinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, hatırd tutma düzeyine ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 24(3), 84-101.
- Daşdemir, İ. (2016). The effect of the 5E instructional model enriched with cooperative learning and animations on seventh-grade students' academic achievement and scientific attitudes. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9(1), 21-38.
- Demirci, S., Yılmaz, A., & Şahin, E. (2016). Lise ve üniversite öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerine genel bir bakış. *Journal of Turkish Chemical Society*, 1(1), 87-106.
- Demircioğlu, G., Ayas, A., & Demircioğlu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(1), 36-51.
- Demircioğlu, G., Aydın, M. A., & Demircioğlu, H. (2012). Kavramsal değişim metninin ve üç boyutlu modelin 7. sınıf öğrencilerinin atomun yapısını anlamalarına etkisi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 6(2), 70-96.
- Dönmez, Y. (2011). *Sınıf öğretmen adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-Action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual framework in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Duran, M., Ballıel, B., & Bilgili, S. (2011). Fen öğretiminde 6. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarını gidermede kavram karikatürlerinin etkisi. 2nd

International Conference on New Trends in Education and Their Implications. (s. 1091-1096) Ankara: Siyasal Kitabevi

- Ebenezer, J. V. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: Animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10(1), 73-92.
- Emrahoğlu, N., & Bülbül, O. (2010). 9. Sınıf fizik dersi Optik nitesinin bilgisayar destekli ğretiminde kullanılan animasyonların ve simülasyonların akademik başarıya ve akılda kalıcılığa etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 409-422.
- Ergün, A., & Sarıkaya, M. (2014). Maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde modele dayalı aktivitelerin etkisi. *NWSA-Education Sciences*, 9(3), 248-275.
- Evrekli, E., & Balım, A. G. (2015). Fen derslerinde animasyon destekli kavram karikatürleri kullanımının altıncı sınıf ğrencilerinin sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(11), 109-136.
- Foley, A. J., Dam, S. V., & Feiner, J. (1990). *Computer graphics principles and practice*. New York: Addison – Wesley.
- Forno, S. (2017). *How long should your video be: optimal video length*. Erişim adresi; https://idearocketanimation.com/17591-best-video-length/?utm_referrer=https://www.google.com/
- Gabel, D. L. (1993). Use of particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 193-194.
- Gabel, D. L. (1998). The complexity of chemistry and implications for teaching. In B. J. Fraser & K.G. Tobin (Ed.), *International Handbook of Science Education* (pp. 233-248). London: Kluwer Academic Publishers.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76, 548-554.

- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 92(9), 685-697.
- Garnett, P., Garnett, P., & Hackling, M. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 69(5), 69-95.
- Geban, Ö., Ertepinar, H., Yayla, N., & Işık, A. (1999, Şubat). Elektro-kimya konusunda kavram yanlışları. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). *Towards a coherent model for macro, submicro and symbolic representations in chemical education*. Gilbert, J. K. & M. Cheng (Eds.) *In Multiple representations in chemical education* (s. 333-350). Dordrecht: Springer.
- Gobert, J., O'Dwyer, L., P.Hortwiz, Buckley, B., Levy, S. T., & Wilensky, U. (2011). Examining the relationship between students' understanding of the nature of models and conceptual learning in Biology, Physics, and Chemistry.
- Gökçe, H. & Saraçoğlu, S. (2018). Bilgisayar destekli öğretimin 8. sınıf öğrencilerinin asitler ve bazlar konusundaki akademik başarı düzeylerine, mantıksal düşünme yeteneklerine ve tutumlarına etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 26(4), 1383-1394
- Gökulu, A. (2013). Bilgisayar destekli öğretimin etkisinin incelenmesi ve maddenin tanecikli yapısı konusu ile ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarının tespiti. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(5), 571-585.
- Gökulu, A. Ş., & Geban, Ö. (2014). Atom, iyon, molekül ve madde kavramlarının öğrenilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi . *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 304-322.
- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules . *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6),611-628.

- Gürbüz, F. (2008). *İlköğretim 6. Sınıf öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” konusundaki kavram yanlışlarının düzeltilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisinin araştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Güven, G., & Sülün, Y. (2012). Bilgisayar destekli öğretimin 8.sınıf fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıya ve öğrencilerin derse karşı tutumlarına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 68-79.
- Güvercin, Z. (2010). *Fizik dersinde simülasyon destekli yazılımın öğrencilerin akademik başarısına, tutumlarına ve kalıcılığa olan etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Haeusler, C., & Donovan, J. (2017). Challenging the science curriculum paradigm: Teaching primary children atomic-molecular theory. *Research in Science Education*, 8(1), 1-30.
- Hayashi, T., Hattori, M., Kano, T., & Shirai, M. (1966). Hydraulic research on the closely spaced pile breakwater. *Coastal Engineering in Japan*, 9(1), 107-117.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Hestenes, D. (1992). Modeling games in the Newtonian world. *American Journal of Physics*, 60(8), 361-372.
- Hewson, M. G., & Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743.
- Hinton, M. E., & Nakhleh, B. M. (1999). Students' microscopic, macroscopic, and symbolic representations of chemical reactions. *The Chemical Educator*, 4(5), 158-167.

- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Kahraman, S., & Demir, Y. (2011). Bilgisayar destekli 3D öğretim materyallerinin kavram yanlışları üzerindeki etkisi: Atomun yapısı ve orbitaller. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 173-188.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1998). Levels of expertise and instructional design. *Human Factors*, 40(1), 1-17.
- Kapıcı, H. Ö., & Akçay, H. (2016). Particulate nature of matter misconceptions held by middle and high school students in Turkey. *European Journal of Education Studies*, 2(8), 43-58.
- Kapıcı, H. Ö., & Savaşçı-Açıklalın, F. (2015). Examination of visuals about the particulate nature of matter in Turkish middle school science textbooks. *Chemistry Education Research Practice*, 15, 518-536.
- Kara, Y., & Özgün-Koca, A. (2004). Buluş yoluyla öğrenme ve anlamlı öğrenme yaklaşımlarının matematik derslerinde uygulanması. *İlköğretim Online*, 1(3), 2-10.
- Karaçöp, A., Doymuş, K., Doğan, A., & Koç, Y. (2009). Öğrencilerin akademik başarılarına bilgisayar animasyonları ve jigsaw tekniğinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 211-235.
- Karagöz, F., & Korkmaz, S. D. (2015). Fen ve teknoloji dersinde web destekli öğretim yönteminin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisi . *Turkish Studies: International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 10(11), 927-948.
- Karagöz, Ö., & Sağlam-Arslan, A. (2012). İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 132-142.

- Karakuyu, H., Uzunkavak, M., Tortop, H. S., Bezir, N. Ç., & Özek, N. (2006). Sandıklı - çevresi lise ve dengi okul öğrencilerinin ısı ve sıcaklık ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 149-162.
- Katırcıoğlu, H., & Kazancı, M. (2003). Genel biyoloji derslerinde bilgisayar kullanımının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 127-134.
- Kaya, F. (2010). *Fen bilgisi öğretmen adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum konularında görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli kavramsal değişim metinlerinin etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kaya, A. (2018). Ortaöğretim öğrencilerinin atom kavramını anlama seviyelerinin tespiti. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 1-9.
- Kelly, R. M., & Jones, L. L. (2007). Exploring how different features of animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations. *Journal of Science Education Technology*, 16 , 413-429.
- Kırbaşlar, F. G., Özsoy-Güneş, Z., Avcı, F., & Atalar, A. (2012). Fen ve teknoloji ders kitaplarında "Madde ve Değişim" öğrenme alanındaki bazı kavramların ve örneklendirmelerin incelenmesi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(18), 61-83.
- Kikas, E. (2004). Teachers conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching* ,41, 432-448 .
- 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.
- Korakakis, G., Pavlatou, E., Palyvos, J., & Spyrellis, N. (2009). 3D visualization types in multimedia applications for science learning: A case study for 8th grade students in Greece. *Computers and Education*, 52(2), 390-401.

- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction, 13*(2), 205-226.
- Kozma, R., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching, 34*(9), 949-968.
- Kozma, R., Russell, J., & Mayer, R. (2004). Multimedia learning of chemistry. In R.E Mayer (Ed.), *Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp.409-428). New York: Cambridge University Press.
- Köse, S., & Uşak, M. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarında kavram yanlışlarının saptanması: Fotosentez ve Bitkilerde Solunum. *International Journal of Environmental and Science Education, 1*(1), 25-52.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. V., Berkheimer, G. D., & Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school conceptions of Matter and Molecules . *Journal of Research in Science Teaching , 53*(5), 249-270.
- Liao, Y. C. & Chen, Y. W. (2007). The effect of computer simulation instruction on student learning: a meta-analysis of studies in Taiwan. *Journal of Information Technology and Applications, 2*(2), 69-79.
- Liao, Y. W., & She, H. C. (2009). Enhancing eight grade students' scientific conceptual change and scientific reasoning through a web-based learning program. *Educational Technology & Society, 12*(4), 228-240.
- Linder, C. J. (1993). A Challenge to conceptual change. *Science Education, 77*(3), 293-300.
- Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction, 13*(2), 157-176.
- Marcano, A., Williamson, V. M., Ashkenazi, G., Tasker, R., & Williamson, K. C. (2004). The use of video demonstrations and particulate animation in general chemistry. *Journal of Science Education and Technology, 13*(3), 315-323.

- Mautone, P. D., & Mayer, R. E. (2001). Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology, 93*(2), 377-389.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist, 32*(1), 1-19.
- Mayer, R. E. (2001). Multimedia learning. *Psychology of Learning and Motivation, 41*, 85-139.
- Mayer. (2003). The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction, 13*(2), 125-139.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational Psychology Review, 1*(14), 87-99.
- Mayer, R., & Sims, V. K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology, 86*(3), 389-401.
- Mayer, R., Steinhoff, K., Bower, G., & Mars, R. (1995). A generative theory of textbook design: Using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology Research and Development, 43*(1), 31-43.
- Meşeci, B., Tekin, S., & S. Karamustafaoğlu, S. (2013). Maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının tespiti . *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5*(9), 20-40.
- MEB (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber*(Çev. S. Turan) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık(Orijinal tarih, 2005).

- Minaslı, E. (2009). *Fen ve teknoloji dersi maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinin öğretilmesinde simülasyon ve model kullanılmasının başarıya, kavram öğrenmeye ve hatırlamaya etkisi*. Yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Mishra, B. (2017). Understanding students' views on the nature of science. *International Journal of Advanced Research*, 5(3), 1957-1986.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 358-368.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2000). Engaging students in active learning: the case for personalized multimedia messages . *Journal of Educational Psychology*, 92(4), 724-733.
- Muştu, Ö. E., & Özkan, E. B. (2017). The use of analogy for the determination of pre-service science teachers' cognitive structures about the concept of atom. *European Journal of Education Studies*, 3(10), 583-594.
- Muştu, Ö. E., & Ucer, S. (2018). Investigation of secondary school students' cognitive structure about the concept of atom through the drawing technique Ortaokul öğrencilerinin atom kavramına ilişkin bilişsel yapılarının çizim tekniği ile incelenmesi. *Journal of Human Sciences*, 15(2), 984-995.
- Najjar, L. J. (1996). Multimedia information and learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 5(2), 129-150.
- Nakhleh, M. B., & Postek, B. (2008). Learning chemistry using multiple external visualization. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & Mary Nakhleh (Eds), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp.209-231). Dordrecht: Springer.
- Noh, T., & Scharmann, L. C. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199-217.

- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86 (4), 549-571.
- Nyachwaya, J. M., Mohamed, A. R., Roehrig, G. H., Wood, N. B., Kern, A. L., & Schneider, J. L. (2011). The development of an open-ended drawing tool: An alternative diagnostic tool for assessing students' understanding of the particulate nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 121-132.
- Obut, S. (2005). *İlköğretim 7.sınıf, maddenin iç yapısına yolculuk ünitesindeki atomun yapısı ve periyodik çizelge konusunun eğitsel oyunlarla bilgisayar ortamında öğretimi ve buna yönelik bir model geliştirme*. Yüksek lisans tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.
- Osborne, R., & Gilbert, J. (1980). A method of investigating concept understanding in science. *International Journal of Science Education*, 2, 311-321.
- Özalp, D., & Kahveci, A. (2015). Diagnostic assessment of student misconceptions about the particulate nature of matter from ontological perspective. *Chemistry Education Research Practice*, 16(3), 619-639.
- Özdilek, Z. (2006). *İlköğretim fen bilgisi dersindeki maddenin iç yapısına yolculuk ünitesinin yeniden düzenlenmesi ve öğretim tasarımı* (Yayımlanmamış doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Özgür, S., & Bostan, A. (2007). Atom kavramının epistemolojik analizi ve öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarının karşılaştırılması. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 3(2), 214-231.
- Özmen, H. (2011). Turkish primary students' conceptions about the particulate nature of matter. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6(1), 99-121.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45(3), 255-264.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (Çev. M. Bütün ve S. B. Demir) Ankara: Pegem Akademi.
- Pea, R. D. (1994). Seeing what we build together: Distributed multimedia learning environments for transformative communications. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 285-299.
- Pekdağ, B. (2005). Fen eğitiminde bilgi ve iletişim teknolojileri. *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (2), 86-94
- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar:Animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
- Peterson, R., & Treagust, D. F. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure . *Journal of Chemical Education*, 66(6), 459–460.
- Piaget, J. (1964). Development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176-186
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Hayward, E. O. (2009). Design factors for educationally effective animations and simulations. *Journal of Computing in Higher Education*, 64(6), 508-510.
- Posner, G. J. , Strike, K. A., Hewson, P.W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of scientific conception:Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Powell, J. V., Aeby, V. G., & Carpenter-Aeby, T. (2003). A comparison of student out comes with and with out teacher facilitated computer-based instruction. *Computers Education*, 40, 183-191.
- Rieber, L. P. (1990a). The effect of computer animation on adult learning and retrieval tasks. *Journal of Computer-Based Instruction*, 17(2), 46-52.

- Rieber, L. P. (1990b). Using computer animated graphics in science instruction with children. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 135-140.
- Rowell, A. J., Dawson, C. J., & Harry, L. (1990). Changing misconceptions: a challenge to science education. *International Journal Science Education*, 2(12), 167-175.
- Russell, J. W., & Kozma, R. B. (1994). 4M:Chem-multimedia and mental models in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 18(2), 665-670.
- Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., N. Marx, N., & Davis, J. (1997). Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74, 330-334.
- Sadoski, M., & Paivio, A. (2004). A dual coding theoretical model of reading. *Theoretical Models and Processes of Reading*, 5(4), 1329-1362.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (2000). Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. *International Journal of Science Education*, 22(5), 521-537.
- Sanger, M. J., Campbell, E., Fekler, J., & Spencer, C. (2007). Concept learning versus problem solving: Does particle motion have an effect? *Journal of Chemical Education*, 84(5), 875-883.
- Sanger, M. J., Phelps, A. J., & Fienhold, J. (2000). Using a computer animation to improve students' conceptual understanding of a can-crushing demonstration. *Journal of Chemical Education*, 77, 1517-1520.
- Savasçı-Açıklalın, F. (2019). How middle school students represent phase change and interpret textbook representations: A comparison of student and textbook representations. *Research in Science Education*
<https://doi.org/10.1007/s11165-019-9834-z>

- Sezgin, E., & Köymen, Ü. (2002). İkili kodlama kuramına dayalı olarak hazırlanan multimedya ders yazılımının fen bilgisi öğretiminde akademik başarıya etkisi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4, 134-145.
- Stieff, M., Hegarty, M., & Deslongchamps, G. (2011). Improving representational competence with multi-representational displays. *Cognition and Instruction*, 29(1), 123-145.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
- Şeker, R., & Kartal, T. (2017). The effect of computer-assisted instruction on students' achievement in science education. *Turkish Journal of Education*, 6(1), 17-29.
- Taber, C. R. (2003). The rising college premium in the eighties: Return to college or return to unobserved ability. *Review of Economic Studies*, 68(3), 665-691.
- Tao, P., & Gunstone, R. F. (1999). The process of conceptual change in force and motion during computer supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 859-882.
- Tasker, R., & Dalton, R. (2008). Visualizing the molecular world – design, evaluation, and use of animations. J. K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.) *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (s.103-131). U.S.A: Springer.
- Temur, A., Erdemir, N., & Artun, H. (2017). “Canlılar ve Enerji İlişkileri” ünitesinin öğretiminde animasyon tekniğinin öğrenci başarısı üzerindeki etkisi. *Alınleri Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 25-36.
- Tezcan, H., & Çelik, T. (2009). Kimya öğretmen adaylarının atomla ilgili bazı kavramları anlama derecelerinin belirlenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 49-67.

- Tezcan, H., & Salmaz, Ç. (2005). Atomun yapısının kavratılmasında ve yanlış kavramaların giderilmesinde bütünleştirici ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 41-54.
- Thagard, P., & Toombs, E. (2005). Atoms, categorization and conceptual change. *handbook of categorization in cognitive science*, (s. 243-254). Elsevier Science.
- Toth, Z., & Ludanyi, L. (2007). Combination of phenomenography with knowledge space theory to study students' thinking patterns in describing an atom. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 327-336.
- Tsai, C. (2000). Enhancing science instruction: The use of conflict maps. *International Journal of Science Education*, 22(3), 285-302.
- Tsai, C., & Chou, C. (2002). Diagnosing students alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2(18), 157-165.
- Tuncel, S. (2009). *İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersinde maddenin tanecikli yapısı ünitesinin yaratıcı drama ile öğretiminin öğrencilerin başarısına etkisi*. Yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Tytler, R. (1998). The nature of students' informal science conceptions. *International Journal of Science Education*, 20(8), 901-927.
- Uslu, S. (2011). *İlköğretim II. kademe fen ve teknoloji öğretiminde çalışma yapraklarının akademik başarı üzerine etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Ünver, A. O., & Arabacıoğlu, S. (2015). Helping pre-service science teachers to understand atomism through observations and experiments. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 36-45.
- Üstün, P., Yıldırğan, N. & Çeğiç, E. (2001). *Fen bilgisi eğitiminde model kullanma ile öğretimin başarıya etkisi*. Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, İstanbul.

- Vitharana, P. (2015). Student misconceptions about plant transport – A Sri Lankan example. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(3), 275-288.
- Vosniadou, S. (2001). What can persuasion research tell us about conceptual change that we did not already know. *International Journal of Educational Research*, 35, 731-737.
- Wheeldon, R., Atkinson, R., Dawes, A., & Levinson, R. (2012). Do high school chemistry examinations inhibit deeper level understanding of dynamic reversible chemical reactions? *Research in Science & Technological Education*, 30(2), 107-130.
- 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(5), 521-534.
- Wilson, B. G. (1995). *Maintaining the ties between learning theory and instructional design*. In Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco .
- Winberg, T. M., & Berg, C. A. (2007). Students' cognitive focus during a chemistry laboratory exercise: Effects of a computer-simulated prelab. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1108-1133.
- Wishart, J. (2016). Learning science through the creating of simple animations in both primary and secondary schools. *School Science Review*, 97(361), 117-124.
- Wittrock, M. C. (1989). Learning Science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 345-376.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102-120.

- Yakmaci-Güzel, B., & Adadan, E. (2013). Use of multiple representations in developing preservice chemistry teachers' understanding of the structure of matter. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(1), 109-13
- Yakmacı-Güzel, B. (2014). Sınıf öğrencilerinin bazı temalardaki kimya kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bu bulguların etkili kullanımına dair öneriler. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31(2), 24-32.
- Yang, E., Andre, T., Greenbowe, T. J., & Tibell, L. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 25(3), 329-349.
- Yanmaz, E., & Bozdoğan, A. E. (2016). Çoklu ortam kullanımının ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersindeki akademik başarılarına etkisi. 4. *International Instructional Technologies & Teacher Education Symposium*, Elazığ
- Yaseen, Z., & Akaygün, S. (2016). Lise öğrencilerinin atom ile ilgili zihinsel modellerinin ders kitaplarındaki görseller ile karşılaştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 469-490.
- Yeğnidemir, D. (2000). *Temel eğitim 8. sınıf öğrencilerinde madde ve maddenin tanecikli – boşluklu - hareketli yapısı ile ilgili yanlış kavramaların tespiti ve giderilmesi*. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi ,Ankara.
- Yener, D., Aydın, F., & Köklü, N. (2012). Genel fizik laboratuvarındaki öğrencilerin fiziğe karşı öz-yeterliliklerine animasyon ve simulasyonun etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dergisi*, 12(2), 121-136.
- Yeziarski, E. J., & Birk, J. P. (2006). Misconceptions about the Particulate Nature of Matter: Using animations to close the gender gap. *Journal of Chemical Education*, 6(83), 954-965.
- Yıldız, H. T. (2006). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri*. Yüksek lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Yılmaz, A., & Morgil, İ. (2001). Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 145-154.

Yılmaz, A., & Özgür, S. D. (2012). Türetimci çoklu ortamın öğretmen adaylarının öğrenme stillerine göre başarı,tutum ve kalıcılığa etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 441-452.

Yılmaz, Ö., Tekkaya, C., Geban, Ö., & Özden, Y. (1999). Lise 1. sınıf öğrencilerinin hücre bölünmesi ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesi. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, Milli Eğitim Bakanlığı.

Zhang, J., & Wang, H. (2009). An exploration of the relations between external representations and working memory. *PloS One*, 4(8), e6513.