

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI

MODELLERLE ÖĞRETİMİN 11. SINIF GAZLAR ÜNİTESİNDEKİ
ÖĞRENCİ BAŞARISINA VE TUTUMUNA ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammet Emir ÇEVİK

TRABZON
Haziran, 2018

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**MODELLERLE ÖĞRETİMİN 11. SINIF GAZLAR ÜNİTESİNDEKİ
ÖĞRENCİ BAŞARISINA VE TUTUMUNA ETKİSİ**

Muhammet Emir ÇEVİK

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Yüksek Lisans
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Suat ÜNAL**

**TRABZON
Haziran, 2018**

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

**Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi
Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir. 20 / 06 /2018**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Suat ÜNAL

Üye :

Üye :

Onay
Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Nevzat YİĞİT
Enstitü Müdür V.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakça yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Karadeniz Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

Muhammet Emir ÇEVİK

20/06/2018

ÖN SÖZ

Yüksek Lisans sürecimde bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, her zaman beni destekleyen ve bilimsel çalışmalara teşvik eden değerli hocam Prof. Dr. Suat ÜNAL'a şükranlarımı sunarım.

Tezin hazırlanma sürecinde desteklerini esirgemeyen ve materyal geliştirme sürecinde fikir alışverişlerinde bulunduğumuz değerli hocalarım ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmanın örneklemini oluşturan 11. sınıf öğrencilerine, çalışmayı yürütürken tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen değerli kimya dersi öğretmeni ve okul yöneticilerine teşekkür ederim.

Muhammet Emir ÇEVİK
Trabzon 2018

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
TABLolar LİSTESİ	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XII
KISALTMALAR LİSTESİ	XIV
1. GİRİŞ	1
1. 1. Araştırmanın Problemi	3
1. 1. 2. Araştırmanın Alt Problemleri	6
1. 2. Araştırmanın Önemi	6
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları	10
1. 4. Araştırmanın Varsayımlar	10
2. LİTERATÜR TARAMASI	11
2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi	11
2. 1. 1. Modellere İlişkin Genel Bilgiler	11
2. 1. 1. 1. Modellere İlişkin Literatür Taraması	14
2. 1. 2. Gazlar Ünitesine İlişkin Genel Bilgiler	26
2. 1. 2. 1. Gazlar Ünitesine İlişkin Literatür Taraması	27
2. 2. Literatür Taramasının Sonucu	36
3. YÖNTEM	38
3. 1. Araştırmanın Modeli	38
3. 2. Deney Deseni	39
3. 3. Araştırmanın Örnekleme	40
3. 4. Değişkenler	40
3. 4. 1. Bağımsız Değişkenler	40
3. 4. 2. Bağımlı Değişkenler	41
3. 5. Çalışmanın Uygulama Süreci	41
3. 6. Verilerin Toplanması ve Veri Toplama Araçları	43

3. 6. 1. Gazlar Başarı Testi	43
3. 6. 1. 1. Gazlar Başarı Testi Geçerlik ve Güvenirliği	45
3. 6. 2. Kimya Dersi Tutum Ölçeği	47
3. 7. Öğretim Sürecinde Kullanılan Modeller	48
3. 7. 1. Civanın Yükselişi Modeli	48
3. 7. 2. Civanın Değişken Seviyesi Modeli	48
3. 7. 3. Joule-Thomson Panosu	49
3. 7. 4. Pistonlu Kaplar Modeli	50
3. 7. 5. Üç Faz Bir Arada Modeli	50
3. 7. 6. Su Buharı Panosu	51
3. 7. 7. Sıkışan Sünger Modeli	51
3. 7. 8. Hızlı Tanecikler Modeli	53
3. 7. 9. Avogadro Kutusu	54
3. 7. 10. Difüzyon Kutusu Modeli	54
3. 7. 11. İdeal Gaz Panosu	55
3. 7. 12. Farklar Panosu	57
3. 7. 13. Grafikler Panosu Modeli	57
3. 7. 14. Faz Diyagramı Grafiği	58
3. 7. 15. Gaz Hacmi Animasyonu	58
3. 7. 16. İdeal Gaz Denklem Animasyonu	59
3. 7. 17. Victor-Meyer Animasyonu	60
3. 7. 18. İdeal Gaz Animasyonu	60
3. 7. 19. Joule-Thomson Animasyonu	61
3. 7. 20. Doygun Buhar Basıncı Animasyonu	62
3. 7. 21. Gazlarda Difüzyon Animasyonu	62
3. 7. 22. Gazlarda Karışma Animasyonu	63
3. 7. 23. Gazların Özellikleri Animasyonu.....	64
3. 7. 24. Gaz Taneciklerinin Hareketi Animasyonu	64
3. 7. 25. Maddenin Gaz Hali animasyonu	65
3. 8. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi	66
3. 8. 1. Gazlar Başarı Testi'nden Elde Edilen Verilerin Analizi	66
3. 8. 2. Kimya Dersi Tutum Ölçeği'nden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	68
4. BULGULAR	99
4. 1. Gazlar Başarı Testi'nden Elde Edilen Bulgular	99
4. 1. 1. Gazlar Başarı Testi'nden Elde Edilen Detaylı Bulgular.....	99

4. 1. 2. Gazlar Başarı Testi'nden Elde Edilen Genel Bulgular.....	126
4. 3. Kimya Dersi Tutum Ölçeği'nden Elde Edilen Genel Bulgular	128
5. TARTIŞMA	131
5. 1. Gazlar Başarı Testi'nden Elde Edilen Bulguların Tartışması	131
5. 2. Kimya Dersi Tutum Ölçeği'nden Elde Edilen Bulguların Tartışması	144
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	146
6. 1. Sonuçlar	146
6. 2. Öneriler	148
7. KAYNAKLAR	150
8. EKLER	165
9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ	166

ÖZET

Modellerle Öğretimin 11. Sınıf Gazlar Ünitesindeki Öğrenci Başarısına ve Tutumuna Etkisi

Bu çalışmada, modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki akademik başarılarına ve kimya dersine yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması hedeflenmektedir.

Çalışmada yarı deneysel araştırma deseni kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini, 2015-2016 eğitim öğretim yılında bir Anadolu Lisesinde 11. sınıfta öğrenim gören 62 (30 deney, 32 kontrol) öğrenci oluşturmaktadır. Deney grubunda gazlar ünitesi modellerin kullanıldığı bir öğretim süreciyle işlenirken, kontrol grubunda dersin işlenişine herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Kontrol grubunda dersler öğretmenin her zaman işlediği şekilde işlenmiştir. Çalışmanın öncesinde ve sonrasında her iki gruba Gazlar Başarı Testi ve Kimya Dersi Tutum Ölçeği uygulanmıştır. Gazlar Başarı Testi'nden elde edilen veriler hem nicel hem de nitel olarak analiz edilirken, Kimya Dersi Tutum Ölçeği'nden elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. İstatistiksel analizlerde bağımlı gruplar t-testi ve bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır.

Çalışmanın sonunda, modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin, öğrencilerin Gazlar ünitesindeki akademik başarılarına kontrol grubundaki öğretim sürecine kıyasla daha fazla katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak modellerle öğretimin uygulandığı deney grubu ve derslerin işlenişine müdahale edilmeyen kontrol grubu öğrencilerinin kimya dersine yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Çalışmada elde edilen sonuçlara dayalı olarak bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Modeller, Modellerle Fen Öğretimi, Gazlar

ABSTRACT

The Effects of Using Models in The Teaching of 11th Grade Gas Unit on Studens' Achievement and Their Attitudes toward Chemistry

The aim of this study is to examine the effect of models used in teaching process of gas unit 11th grade student's achievement and their attitude towards chemistry.

In the study, a quasi-experimental design was used. Research was carried out with 11th grade 62 students (Experimental group N=30, control group N=32) who attend the anatolian high school. During the experimental process, the models were applied to experimental group in teaching process of gas unit, whereas control group was not interfered in teaching process of gas unit. The lessons was processed as the teacher always wants. Before and after the experimental processes; Gases Achievement Test and Chemistry Lesson Attitude Scale were applied to both groups. The data obtained from Gases Achievement Test were analyzed in two ways. At first was interpreted qualitatively to determine their level of understanding. Later, statistical analyzes were done. The data obtained from Chemistry Lesson Attitude Scale was analyzed using dependent and independent groups t-test.

At the end of the research, it was found that there were positive differences in favour of experiment group in terms of the achievement in the model used process in comparison with control grup. But it was not found that there were positive or negative differences in terms of the attitudes towards chemistry lesson. Some suggestions have been made based on the results obtained in the study.

Key Words: Models, Teaching Science Through Models, Gases

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Modeller İle İlgili İncelenmiş Yurtiçi ve Yurtdışı Çalışmaları	14
2.	Gazlar Ünitesiyle İlgili İncelenmiş Yurtiçi ve Yurtdışı Çalışmaları.....	28
3.	Deney Deseni.....	39
4.	Araştırmanın Örnekleme	40
5.	Deney ve Kontrol Gruplarında Gerçekleştirilen Öğretim Süreçleri	41
6.	Gazlar Başarı Testinde Yer Alan Soru-Kazanım Dağılımı	44
7.	Gazlar Başarı Testi'nin Çoktan Seçmeli Bölümünün Madde Analizi Sonuçları	46
8.	Gazlar Başarı Testi'nde Yer Alan Soruların Puanlandırılması	66
9.	Gazlar Başarı Testi'nde Yer Alan Soruları Analiz Etmede Kullanılan Kategoriler ve İçerikleri	67
10.	Deney ve Kontrol Gruplarının İkinci ve Beşinci Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	100
11.	Deney ve Kontrol Gruplarının Birinci, Yedinci, On Dördüncü ve On dokuzuncu Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	102
12.	Deney ve Kontrol Gruplarının On Sekizinci Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	107
13.	Deney ve Kontrol Gruplarının On Birinci Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	108
14.	Deney ve Kontrol Gruplarının Sekizinci ve On Beşinci Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	110
15.	Deney ve Kontrol Gruplarının On üçüncü Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	112
16.	Deney ve Kontrol Gruplarının Dördüncü Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	113
17.	Deney ve Kontrol Gruplarının Üçüncü ve Onuncu Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	115
18.	Deney ve Kontrol Gruplarının On Altıncı Soruya İlişkin İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	117

19.	Deney ve Kontrol Gruplarının On İkinci ve Yirminci Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	118
20.	Deney ve Kontrol Gruplarının Altıncı Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	121
21.	Deney ve Kontrol Gruplarının Dokuzuncu ve On Yedinci Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	123
22.	Deney ve Kontrol Gruplarının Gazlar Başarı Testi'ne İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	126
23.	Deney Grubunun Gazlar Başarı Testi'ne İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	126
24.	Kontrol Grubunun Gazlar Başarı Testi'ne İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	127
25.	Deney ve Kontrol Gruplarının Gazlar Başarı Testi'ne İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	127
26.	Deney ve Kontrol Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği'ne İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	128
27.	Deney Grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği'ne İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	129
28.	Kontrol Grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği'ne İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	129
29.	Deney ve Kontrol Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği'ne İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	130

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Civanın Yükselişi Modeli	48
2.	Civanın Değişken Seviyesi Modeli.....	28
3.	Joule-Thomson Panosu.....	49
4.	Pistonlu Kaplar Modeli	50
5.	Üç Faz Bir Arada Modeli	51
6.	Su Buharı Panosu	51
7.	Sıkışan Sünger Modeli.....	52
8.	Hızlı Tanecikler Modeli.....	53
9.	Avogadro Kutusu.....	54
10.	Difüzyon Kutusu Modeli.....	54
11.	İdeal Gaz Panosu	55
12.	Farklar Panosu	57
13.	Grafikler Panosu Modeli	57
14.	Faz Diyagramı Grafiği	58
15.	Gaz Hacmi Animasyonu	58
16.	İdeal Gaz Denklem Animasyonu.....	59
17.	Victor-Meyer Animasyonu.....	60
18.	İdeal Gaz Animasyonu.....	60
19.	Joule-Thomson Animasyonu.....	61
20.	Doygun Buhar Basıncı Animasyonu.....	62
21.	Gazlarda Difüzyon Animasyonu.....	62
22.	Gazlarda Karışma Animasyonu.....	63
23.	Gazların Özellikleri Animasyonu.....	64

24.	Gaz Taneciklerinin Hareketi Animasyonu.....	64
25.	Maddenin Gaz Hali Animasyonu.....	65



KISALTMALAR LİSTESİ

GBT	: Gazlar Başarı Testi
KDTÖ	: Kimya Dersi Turum Ölçeği
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
ss	: Standart Sapma
p	: Anlamlılık Değeri
R	: Korelasyon Katsayısı
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu
\bar{X}	: Aritmetik Ortalama

1. GİRİŞ

Her ülke, vatandaşlarına refah düzeyi yüksek bir yaşam oluşturmayı hedefler. Bu isteğin yerine gelebilmesi, insanların etkileşime geçtikleri her alanda gelişme ve ilerleme sağlaması ile mümkündür. Gelişme ve ilerlemeler, üzerinde çalışılan alanlarda yeterli bilgiye sahip nitelikli bireylerin varlığı ile yakından ilişkilidir (Gökalp, 2007). Nitelikli bireylerin yetişmesi planlı olarak yürütülen eğitim-öğretim faaliyetleri neticesinde gerçekleşebilir (Yılmaz, 2007). Günümüzde etkili eğitim-öğretim faaliyetlerinin, bireylerin bilgiyi olduğu gibi almasını sağlayan bir yapıda değil, bilgiyi araştırmasını, sorgulamasını ve öğrendiği bilgiyle hayatın içinde karşılaştığı problemleri bilimsel bir yaklaşımla çözmesini sağlayan bir yapıda olması gerektiği düşünülmektedir (Köksal, 2014; Zeynelgiller, 2006). Ancak bu şekilde bireylerin bilgiyi ezberlemeden zihinlerinde yapılandırmaları söz konusu olabilmektedir (Çetin, 2009; Kalem ve Fer, 2003; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Bilgilerin zihinde nasıl yapılandırıldığı, yıllardır üzerinde çalışılan önemli bir araştırma alanıdır. Bunu açıklığa kavuşturmak için, şimdiye kadar birçok kuram ortaya atılmıştır. Bu kuramlar içerisinde günümüzde en yaygın kabul göreni yapılandırmacı öğrenme kuramıdır. Yapılandırmacı öğrenme kuramının temelinde, bireylerin edindiği bilgileri ya da yaşadığı olayları olduğu gibi zihnine aktarmadığı, aksine edinimlerini zihninde yapılandırarak aktif şekilde kullandığı görüşü yatmaktadır (Adıgüzel, 2009). Yapılandırmacı yaklaşımın temel felsefesi birçok ülkenin öğretim programları üzerinde etkili olmuştur. Ülkemizde de, 2004 yılından itibaren öğrenmeye ilişkin bakış açısı değişmiş ve tüm öğretim programları kademeli olarak yapılandırmacı anlayış çerçevesinde yeniden düzenlenmiştir. Yapılandırmacı anlayışı esas alan öğretim programları ile bilgiye ulaşabilen, problem çözebilen, öğrenmeyi öğrenen, araştıran, sorgulayan, kısacası eğitim ve öğretim sürecine bedenen ve zihnen aktif olarak katılan bireyler yetiştirilmesi planlanmıştır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013).

İstenen nitelikteki bireylerin yetiştirilmesi, bireylerin araştırma merakını arttırıp, bilgiyi keşfetmelerine imkan veren ve bu süreçte onları sorgulamaya sevk eden etkinlik ve materyallerin kullanılmasıyla sağlanacağı söylenebilir. Derslerde kullanılan öğretim materyalleri; öğrencilerin dikkatlerini çekmek ve sürdürmek, olayları veya durumları zihinlerinde daha kolay canlandırmalarını sağlamak, onları aktif hale getirmek ve daha fazla duyu organına hitap ederek öğrenmenin daha etkili ve kalıcı olmasını sağlamak açılarından büyük önem taşımaktadır (Karamustafaoğlu, 2006). Nitekim yapılan gözlem ve araştırma sonuçları; insanların okuduklarının %10'unu, işittiklerinin %20'sini, gördüklerinin %30'unu, hem görüp hem işittiklerinin %50'sini, söylediklerinin %70'ini, yapıp söylediklerinin ise %90'ını hatırlayabildiklerini göstermektedir (Çilenti, 1988, s. 36). Buna göre, öğrencilerin

daha fazla duyu organına hitap eden öğretim materyallerinin kullanıldığı ve öğrencilerin aktif olduğu bir öğrenme ortamının, etkili öğrenmeyi sağlamak ve öğrenmenin kalıcılığını artırmak açılarından önem taşıdığı söylenebilir (İnel, Evrekli ve Balım, 2011; Tatar, Yıldız-Feyzioğlu, Buldur ve Akpınar, 2012).

Öğretim süreçlerinde kullanılabilecek materyallerden birisi de modellerdir Gerçek hayattaki nesnelerin kendisi ile çalışma imkanının olmadığı durumlarda, modeller öğrencilerin gerçek dünyayı daha kolay anlamalarına yardım eden ve öncelikle başvurulmuş öğretim materyallerindendir. Modellerin fen eğitiminde kullanılmasıyla, karmaşık ve anlaşılması zor yapılar bununla beraber duyu organlarıyla algılanamayan büyüklükte ya da küçüklükteki yapılar öğrenciler için daha basit ve anlaşılması kolay hale getirilebilir (Meydan, 2001). Özellikle fen ve kimyadaki gözle görülebilen makro olayların, tanecik boyutunda nasıl gerçekleştiğinin açıklanmasında modeller sıkça kullanılmaktadır. Üç boyutlu eğitsel analogik modeller (Berber, 2008), analogiler (Kesercioğlu, Yılmaz, P.H. Çavaş ve B. Çavaş, 2004), grafikler (B. Tekin, Konyalıoğlu ve Işık, 2009), şemalar (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004), diyagramlar (Nakiboğlu ve Meriç, 2016), simülasyonlar (Pekdağ, 2010) fen ve kimya öğretiminde en çok kullanılan model türleridir. Soyut durumlar grafiklerle, sembollerle, resimlerle, analogilerle ya da üç boyutlu modellerle ifade edildiğinde, öğrenciler için daha somut ve algılanabilir hale gelirler (Balkan, 2007; Güneş ve Çelikler, 2010; Gözmen, 2008; Koçak, 2006; Minaslı, 2009; Sarıkaya, Selvi ve Doğan-Bora, 2004; Zeynelgiller, 2006). Bu sayede soyut nitelikteki kavram ve olguların öğrencilerin zihninde daha kolay canlandırılması, anlaşılması ve kalıcılığı sağlanmış olur (Demirel ve Altun, 2007).

Kimya, yapısı itibarıyla birçok soyut nitelikteki kavramları bünyesinde barındırması nedeniyle, öğrencilerin anlamakta güçlük yaşadıkları disiplinlerden biridir (S.Yalçın, 2011). Kimya; birçok soyut kavramı, olayı, yasayı veya teoriyi içermektedir. Bu nedenle kimya, öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri ve kavram yanılgılarına sahip oldukları derslerden biridir. Kimya dersinde öğrencilerin anlamakta güçlük yaşadığı ünitelerden biri de gazlar ünitesidir. Gazlar ünitesi maddenin tanecikli yapısıyla ilişkili olması ve tanecik boyutundaki durumlarla ilgili birçok teoriyi içermesi sebebiyle zihinde canlandırılması ve anlaşılması zor bir yapıya sahiptir (H. Demircioğlu, G. Demircioğlu ve Ayas, 2012). Nitekim literatürdeki birçok çalışmada farklı düzeylerdeki öğrencilerin gazlar ünitesini anlamakta güçlük yaşadıkları ve birçok yanılgıya sahip oldukları rapor edilmektedir (Azizoğlu ve Geban, 2004; Birinci-Konur ve Ayas, 2010; İnciser, 2007; Lawrenz vd., 2000; Rollnick ve Rutherford, 1993; Sanger ve Phelps, 2007; Stavy, 1988; Stavy, 1990; Şenocak, 2005).

Öğretim sürecinde istenen başarının elde edilmesi, gazlar ünitesinin yapı ve niteliğine uygun aktivitelerin seçilmesiyle gerçekleştirilebilir. Doğru seçimlerin yapılmasının,

öğrencilerin sınıf içi etkinliklerine katılmasına, uygulamalarda daha aktif rol almasına, bilgileri zihinlerinde daha kolay canlandırmalarına yardımcı olacağı ve öğrenci başarısını arttıracığı düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin konuyu anlamaları, başarabildiklerini görmeleri, onların o konuya veya disipline yönelik olumlu tutumlar geliştirmelerine de olanak sağlayacaktır. Nitekim öğrenme güçlüklerinin yaşandığı konuların öğretiminde değişik yöntem ve tekniklerin, çeşitli öğretim materyallerinin kullanılmasının öğrencilerin başarı düzeylerini artırma ve öğrenmenin kalıcılığını sağlamanın yanında, derse yönelik tutumlarını da olumlu yönde etkilediği birçok çalışmada ifade edilmektedir (Akkoyunlu, 1995; Sağırılı ve Gürdal, 2002; Usta ve Korkmaz, 2010).

1. 1. Araştırmanın Problemi

Gelecekte gelişmiş devletlerin arasında söz sahibi olabilmemiz, fen ve teknoloji alanında önemli ölçüde ilerlememize bağlıdır. Bu ilerleme teknolojiyi tüketen değil, üreten nitelik kazanmamızla yakından ilişkilidir. Beklenen niteliğin kazanılması ise üretici olarak yetişmiş bireylerin varlığını gerekli kılmaktadır. Üretken ve nitelikli bireylerin yetiştirilmesi, fen eğitimine gereken önemin verilmesiyle yakından ilişkilidir (Ayas, 1995). Ancak yapılan çalışmalar ülkemizde fen eğitiminde öğrencilerin başarı düzeylerinin beklenen seviyede olmadığına işaret etmektedir (Demirer, 2009). Fen eğitimi alanında çalışan araştırmacılar, geçmişten bu yana fen bilimlerindeki başarının nasıl artırılacağına sorusuna cevap aramaktadırlar (Hançer, Şensoy ve Yıldırım, 2003; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Türkmen, 2006). Bu soruya cevap aranırken gelişen ve değişen dünyada, bilgiye duyulan ihtiyaç ve beraberinde elde edilen bilgiler de artarak devam etmektedir. Bu bilgilerin uygun yol ve yöntemler kullanılarak öğrenciler tarafından kazanılmasının sağlanması önemli bir sorun olarak eğitimcilerin karşısına çıkmaktadır.

Son yıllarda fen eğitiminde beklenen başarıya ulaşılabilmesi adına birçok çalışma yapılmaktadır. Bu soru için ortaya konulan çözümlerden biri etkili kavram öğretiminin gerçekleştirilmesidir. Bu konu üzerine yapılan çalışmalarda, öğrenciler tarafından temel kavramların doğru şekilde yapılandırılmasının ve bu kavramların doğru ilişkilendirilmesinin gerektiği vurgulanmaktadır (Akdeniz, Bektaş ve Yiğit, 2000; Çepni, Akdeniz ve Keser, 2000; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Ünal, Coştu ve Karataş, 2004). Ancak yapılan çalışmalar göstermektedir ki; öğretmenler için aşına oldukları öğretme biçimi olması ve alternatif yöntem ya da tekniklerin onlar için fazladan uğraş gerektirmesi sebebiyle, geçmişte kullandıkları ve alıştıkları öğretim yöntemlerine devam etmeyi tercih etmeleri, öğrenme-öğretme sürecinde büyük önemli sorunlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle mevcut öğrenme ortamlarının öğretim programlarının öngördüğü; öğrencilerin

aktif olduğu, sorguladığı, tartıştığı, anlamlı öğrenmelerin gerçekleştiği yapılandırmacı öğrenme ortamlarından nispeten uzak olduğu söylenebilir (Aksu, 2014).

Geleneksel öğretim ortamlarının kavram öğretiminde pek de etkili olamaması, günümüz eğitim araştırmacılarını alternatif yol ve yöntemler bulmaya ve denemeye sevk etmiştir (Karamustafaoğlu, Ayas ve Coştu, 2002; Tezci ve Gürol, 2003; Uzuntiryaki, akır ve Geban, 2001). Geleneksel öğretim süreçlerinin neticesinde öğrencilerde anlamlı kavramsal öğrenme beklenirken, aksine yıllar boyu varlığını sürdüren yanılığların olması, bu anlayışın değişmesi gerektiğini araştırmacılara ispat etmiştir. Geleneksel öğretim ortamlarında öğretmenin merkezde olması ve öğrencilerin anlamaktan ziyade ezberlemeye sevk edilmesi, günümüz öğretim programlarının öğretmen ve öğrenciden beklediği davranışlarla çok bağdaşmamaktadır (avaş ve Kesercioğlu, 2005). Günümüzde ölkemizde de yaygın kabul gören yapılandırmacı öğrenme kuramı, öğrencilerin bilgiyi zihinlerinde kendilerinin yapılandırđını, derslerde öğrencilerin zihinsel ve fiziksel olarak aktif olmasını, öğrencinin bilgiye kendisinin ulaşmasını, araştırmasını ve sorgulamasını sağlayan bir yapıda olması gerektiğini vurgulamaktadır. 2013 Kimya dersi öğretim programında derslerin yapılandırmacı yaklaşıma uygun şekilde işlenmesi ifadesi kullanılmasa da, öğrenme ortamlarının yukarıda belirtilen özellikleri taşıması gerektiği belirtilmektedir.

Öğrencilerin daha çok dinleyici konumunda olduğu ve fikirlerin tartışılmadığı bir öğrenme ortamında öğrenciler, anlamadan ezberlemeyi tercih etmekte ve kavramlar arası ilişkileri doğru şekilde kuramamaktadırlar. Özellikle soyut konu ya da kavramların öğretilmesi ya da öğrenilmesinde problemler yaşandığı literatürde ifade edilmektedir (Güneş ve elikler, 2010; Pekdağ, 2009; Yiğit, Akdeniz ve Kurt, 2001). Bu nedenle soyut kavramların somutlaştırılmasına yönelik çalışmalar, son yıllarda fen eğitimi araştırmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Daha çok anlatım yönteminin kullanıldığı, çeşitli öğretim materyallerine veya çeşitli yöntem ve tekniklere yer verilmeyen öğrenme ortamlarının, öğrencilerin anlama düzeylerini istenilen seviyelere ulaştırmada pek etkili olmadığı bilinmektedir. Birçok alışma, geleneksel öğretimin öğrencilerde istenilen anlama düzeylerine ulaşmasında alternatif yöntem ve teknikler kadar başarılı olmadığını ifade etmektedir (Azizoğlu ve Geban, 2004; İpek, 2007; Kaya, 2005; S. Tekin, 2008; Yücel, 2006). Özellikle soyut fen kavramlarının öğretiminde, kavramların somutlaştırılmasına ve dolayısıyla öğrencilerin kavramları zihinlerinde daha doğru yapılandırılmasına imkan veren öğretim materyallerine ve yöntem-tekniklere yer verilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu açıdan bakıldığında, birçok öğretmenin öğrencilerin anlamalarını kolaylaştıracak ağdaş öğretim yöntemlerine dayalı materyallere ihtiyaç duydukları düşünölmektedir. İlgili

çalışmada hazırlanan materyallerin öğretmenlere örnek teşkil edeceği ve faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kimya konuları ve kimyasal olaylar genellikle makroskobik, tanecik ve sembolik düzeylere sahiptir (Gabel, 1998). Kavramlar arası ilişki kurulurken bu özelliklerin bilinmesi önem arz etmektedir. Makroskobik düzey olayların gözlemlenebilir kısmını ifade ederken, tanecik düzey atom veya molekül boyutunda gerçekleşen süreçleri, sembolik düzey ise bu kimyasal olayların gösterimlerini, formülleri, matematik işlemleri ve sembolize edilmesini kapsar. Bu nedenle bir öğrencinin kimyadaki herhangi bir olayı veya kavramı anlayabilmesi için; her üç boyuta dair doğru ve bilimsel açıklamalara sahip olması ve bu boyutlar arasında doğru ilişkilendirmeler kurabilmesi gerekmektedir. Ancak bireyler genellikle makroskobik dünyanın etkisinde kalarak, tanecik düzeyine geçiş yapmakta zorlanmaktadırlar. Öğrenciler genellikle maddenin görünür özelliklerinin tanecik düzeyinde de devam ettiğini düşünmektedirler (H. Demircioğlu, 2008). Bu durum ilkökul öğrencileriyle yapılan çalışmalarda görülebildiği gibi (Hwang ve Chiu, 2004; Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer ve Blakeslee, 1993), üniversite düzeyinde de durumun benzer olduğu görülmektedir (Ben-Zvi vd., 1986; İ. H. Demircioğlu, 2002; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999). Bu anlamda modellerin, kullanılması halinde iyi sonuçlar verebilen önemli materyallerden biri olduğu söylenebilir. Modellerin uygun şekilde kullanımı, yapısında birçok soyut kavramı barındıran fen ve kimya konularının, muhtevastaki kavramların somutlaştırılmasını sağlar. Somut model kullanımının öğrencilerin öğrenme düzeyleri üzerine etkisine bakan çalışmalarda genellikle modellerin öğrenmeyi desteklediği ve yardımcı olduğu görülmüştür (Smit, 1995; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002). Bu çalışmada çok sayıda soyut kavramı içeren ve çoğunlukla tanecik boyutundaki gözlemlenemeyen olaylar üzerine kurulmuş olan gazlar ünitesinin öğretimine yönelik modeller kullanılacaktır. Bu sayede öğrencilerin tanecik boyutunda gerçekleşen olayları zihinlerinde daha iyi canlandırabileceklerine ve öğrenme düzeylerinin artacağına inanılmaktadır.

Öğrencilerin daha çok dinleyici olduğu öğretim yöntemlerinin kullanılması, öğrencilerin kendilerinin keşfetmesine imkan veren, sorgulayıcı bir öğrenme ortamının oluşturulmaması ve soyut nitelikteki kimya konularının bahsi geçen üç düzey arasında doğru ilişkilendirmeler kurmayı gerektirmesi, öğrencilerin kimya derslerini zor derslerden biri olarak görmelerine neden olmaktadır. Nitekim yapılan çalışmalar öğrencilerin kimya dersini anlamakta zorlandıklarını ve kimyadaki pek çok konuyla ilgili kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir (Birinci-Konur ve Ayas, 2008; Can ve Harmandar, 2004; Karaer, 2007; Karamustafaoğlu vd., 2002; Schoon, 1995). Öğrencilerin anlamakta güçlük yaşadığı ve başarısız oldukları kimya konularından biri de gazlar konusudur. Yapılan araştırmalar

öğrencilerin gazlar konusunu anlamakta zorluk çektiklerini ve birçok kavram yanılığısına sahip olduklarını göstermektedir (Gürses, Doğar, Yalçın ve Canpolat, 2002; Şenocak, 2005; Yeşiloğlu, 2007). Farklı yaş gruplarıyla yapılan araştırmalar sonucunda; öğrencilerin gazların kütlelerinin olmadığı (Azizoğlu ve Geban, 2004; Çalık ve Ayas, 2005; Mas, Perez ve Harris, 1987), maddenin gaz halinin, sıvı ve katı haline göre daha hafif olduğu, maddelerin gaz halinde iken kütlelerinin ve hacimlerinin olmadığı (Stavy, 1990), gazların hareket edebilmesi için üzerlerine bir kuvvet uygulanması gerektiği gibi çok çeşitli yanılığılara sahip oldukları görülmüştür (Benson, Wittrock ve Baur, 1993; Brook, Briggs ve Driver, 1984; Novick ve Nussbaum, 1978; Rollnick ve Rutherford, 1993; Sere 1985). Öğrencilerin gazlar konusuyla ilgili sahip oldukları yanılığların çok çeşitli sebepleri olabilir. Ancak gazlar konusunun soyut olay ve durumları içermesi ve bu nedenle de öğrenciler tarafından zihinde canlandırılmaması bu sebeplerin en önemlilerindedir. Bu durum dikkate alındığında, bu çalışmada konunun öğretimi sırasında kullanılan modellerin öğrencilerin soyut kavramları zihinlerinde daha iyi canlandırmalarına ve dolayısıyla zihinlerinde daha doğru fikirlerin yapılandırılmasına imkan vereceği düşünülmektedir.

Bu araştırmanın problem cümlesi; “modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki akademik başarılarına ve kimya dersine yönelik tutumlarına nelerdir?” şeklindedir.

1. 1. 2. Araştırmanın Alt Problemleri

1. Modellerle öğretimin 11. sınıf öğrencilerinin “Gazlar” ünitesindeki başarılarına etkisi nedir?
2. Modellerle öğretimin 11. sınıf öğrencilerinin kimya dersine yönelik tutumlarına etkisi nedir?

1. 2. Araştırmanın Önemi

Fen bilimleri, doğada meydana gelen olayları sistematik bir düzen içerisinde ayrıntılı şekilde irdeleme, geçmişte meydana gelmiş ve şuan inceleme imkanı olmayan olayların sebep ve sonuçlarını hayal etme ve gelecekte olması muhtemel olayları önceden tahmin edebilme gayreti olarak tanımlanabilir (Çepni, 2008). Bu bağlamda fen eğitiminin okul programlarında yer alması, alanı ne olursa olsun fen eğitime karşı olumlu tutum geliştiren okuyazar bireylerin yetiştirilmesinde, bireylere zihin ve el becerileri kazandırılmasında, sosyal hayatın her alanında ihtiyaç duyulan yeterlikteki bireylerin yetiştirilmesinde önemli bir etken olduğu söylenebilir. Bu eğitimi alan kişilerin hazır bilgiyle yetinmeleri yerine elindeki bilgileri kullanarak yeni bilgiler oluşturabilmeleri, hızla çoğalan bilgiler karşısında her şeyi

bilmeye çalışmak yerine ihtiyaç duyduğu bilgiyi nereden ve nasıl sağlayacağını farkında olmaları, yani öğrenmeyi öğrenen insanlar olmaları beklenmektedir (Numanoğlu, 1999). Bu beklentilerin, günümüzde ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kabul gören yapılandırmacı kuramın özellikleriyle ve savunduğu ilkelerle örtüştüğü görülmektedir. Yapılandırmacı kuramın en önemli özelliği; öğrenciyi aktif şekilde öğretim sürecine dahil etmesinin yanında (Spigner-Littles ve Anderson, 1999), bilginin öğrenci tarafından zihinde yapılandırma, yorumlama ve geliştirme işlemlerine tabi tutulmasını mümkün kılmasıdır. Literatürde, yapılandırmacı kurama dayalı öğretimin fen öğrenme-öğretme üzerindeki olumlu etkilerinin gözlemlendiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Akar ve Yıldırım, 2004; Carlson, 1999; Igo, Kiewra ve Bruning, 2004; Kroesbergen, Luit ve Maas, 2004; Turgut, 2001; Yanpar-Şahin, 2001; Yaşar, 1998). Dolayısıyla, bu çalışmada öğrencilere yapılandırmacı bir öğrenme ortamı sağlanarak, yukarıdaki özelliklerin kazandırılması amaçlanmıştır. Öğretmenin merkezde olduğu, öğrenciye bilginin sunulduğu bir öğrenme ortamı yerine, öğretmenin rehber olduğu, öğrencilerin aktif katıldığı, tartıştığı öğrenme ortamları oluşturulmaya çalışılmıştır.

Öğretimin beklenen düzeyde olabilmesi kullanılacak yöntem ve tekniklerin doğru seçilmesi ve öğrencilerin çeşitli öğretim materyalleriyle etkileşmesinin sağlanması ile yakından ilişkilidir. Materyal tercihi yaparken dikkat edilecek önemli faktörün dersin yapısal özellikleri ve ardından öğrencilerin sahip olduğu yanılıgılı ön bilgileri olduğu söylenebilir. Yanlış olan bilgileri gidermede etkili olabilecek ve yeni yanlış anlamalara sebep olmayacak materyaller tercih edilmelidir. Bunun yanında öğrencilerin seviyelerine, ilgi ve ihtiyaçlarına uygun olma ve birden fazla duyu organına hitap edebilme gibi özelliklere de dikkat edilmesi gerekir. Bir derste farklı yöntem ve tekniklerin kullanılmasının ve dersin materyallerle desteklenmesinin öğrenciler için dersi ilginç kılmada, derse karşı ilgilerini ve katılımlarını artırmada ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırmada önemli olduğu ifade edilmektedir (Proko, Tuncer ve Chuda, 2007; Vatansever-Bayraktar, 2015). Bu durumlar düşünüldüğünde; eğitim sürecinde materyal kullanımı büyük önem arz eder (Karamustafaoğlu, 2006; Şahin ve Yıldırım, 1999). Bu çalışmada öğrencilerin konunun içerisindeki kavramları veya olayları daha iyi anlayabilmeleri için ihtiyaç duyabilecekleri, zihinlerinde daha kolay canlandırmalarına yardımcı olacak uygun model türlerine yer vermeye çalışılmıştır. Uygulaması kolay, içerik bakımından zengin, ünitenin kavram ve yapısına uygun materyalleri içeren bir öğretim süreci tasarlanmıştır. Planlı ve öğretim materyali açısından zengin bu öğrenme ortamının, öğrencilerin öğrenmeye yönelik motivasyonlarını ve derse yönelik başarılarını artıracığı düşünülmektedir.

Öğrenme/öğretme ortamlarının zenginleştirilmesi adına sıkça kullanılan materyallerden biri de modellerdir. Model ifadesi duyulduğunda ilk akla gelen üç boyutlu

gösterimlerdir. Ancak model kavramının oldukça geniş bir kapsamı vardır. Öğrenme öğretme ortamlarında konunun içeriğine uygun olarak kullanılan simülasyonlardan, öğrenci kitaplarında yer alan temsili resimlere, hatta problemleri çözerken kullanılan formül, grafik ve diyagramlara kadar birçok araç model olarak değerlendirilmektedir (Harrison ve Treagust, 2000'den akt., Güneş vd., 2004, s. 46). Modellerin kullanımı, öğrencilerin algılamasını ve öğrenmesini kolaylaştırarak etkili öğrenme ortamlarının oluşturulmasında önemli bir paya sahiptir (Gökdaş, 1998). Ayrıca modeller öğrenme sürecinde ilgi uyandırarak sınıf ortamına canlılık getirir, zamanın verimli kullanılmasını sağlar, bilginin pekiştirilmesine ve kalıcılığına yardım eder, derse ve öğrenmeye karşı olumlu tutum geliştirilmesine yardımcı olur (Proko, Tuncer ve Chuda, 2007; Vatansever-Bayraktar, 2015). Modeller soyut nitelikteki kural ve kavramları motive edici, eğlenceli ve anlamlı şekilde somut bir hale dönüştürerek öğrenme sürecinde başarının sağlanmasına katkıda bulunur. Bu çalışmada da, planlanan öğretim sürecinde kullanılan modellerin derse olan ilgiyi artıracığı, konudaki kavramların veya yasaların öğrenilmesine katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Bu bağlamda, planlanan ve kullanılan öğrenme-öğretme ortamının öğretmenlere yol göstermesi, örnek teşkil etmesi ve onları bu tür öğrenme ortamları tasarlamaya yönelik cesaretlendirmesi bakımından önem taşıdığına inanılmaktadır.

Kimya alanı, bünyesinde günlük hayatla iç içe olan ve öğrencilerin hayatlarının içerisinde sıkça karşılaşılabilecekleri; elementler, bileşikler, asitler-bazlar-tuzlar, kimyasal tepkimeler, kimyasal bağlar, maddenin halleri, katılar, sıvılar ve gazlar gibi birçok konuyu içermektedir. Bireyler yaşadıkları dünyada karşılaştıkları birçok olayı açıklamada kimya alanındaki bilgilerini kullanmak durumundadırlar. Bu durum kimya öğrenmenin önemini açıkça gözler önüne sermektedir. Ancak bu önemine rağmen, kimya çoğu zaman öğrenciler tarafından öğrenilmesi zor derslerden biri olarak düşünülmektedir (Nakhleh, 1992). Ayrıca öğrencilerin kimya konularını anlamakta zorlandıkları ve farklı konularla ilgili çok sayıda yanılgıya sahip oldukları birçok çalışmada rapor edilmiştir (Birinci-Konur ve Ayas, 2008; Can ve Harmandar, 2004; Gürses vd., 2002; Karamustafaoğlu vd., 2002; Schoon, 1995; Şenocak, 2005; Yeşiloğlu, 2007). Öğrencilerin anlamakta güçlük yaşadığı ve yanılgıya sahip oldukları kimya konularından biri de gazlardır. Gazlar ünitesinde yer alan konulara ilişkin kavram veya olayların soyut nitelik taşımaları bunun en önemli sebeplerindendir (Şenocak, 2005; Tüysüz, Tatar ve Kuşdemir, 2010). Aslında bu durum sadece gazlar konusu için değil, kimyada soyut kavramları içeren diğer birçok konu için de geçerlidir. Soyut nitelik taşıyan kavramların öğretiminde, model ve simülasyon gibi somutlaştırma özelliğine sahip öğretim materyallerinin kullanıldığı öğrenme ortamlarının faydalı olacağı açıktır. Bu çalışmada da öğrenci için soyut kavramları somutlaştıran, gazların davranışlarını veya gaz

yasalarını gözlemlenebilir hale getiren modellerin kullanılmasının öğrenmeye katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kimya öğretiminde veya genel olarak fen öğretiminde amaç öğrencilerin zihinlerindeki kavramlara, olaylara veya durumlara ilişkin bilimsel açıdan doğru anlamalara sahip olmalarını sağlamaktır. Fakat özellikle soyut konu ya da kavramların öğretilmesi ya da öğrenilmesinde problemler yaşandığı literatürde ifade edilmektedir (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; Gülçiçek ve Güneş, 2004; Şenocak, 2005). Bu nedenle soyut kavramların somutlaştırılmasına yönelik çalışmalar, son yıllarda fen eğitimi araştırmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Daha çok anlatım yönteminin kullanıldığı, çeşitli öğretim materyallerine veya çeşitli yöntem ve tekniklere yer verilmeyen öğrenme ortamlarının, öğrencilerin anlama düzeylerini istenilen düzeye ulaştırmada pek etkili olmadığı bilinmektedir. Birçok çalışma, modern anlayıştan uzak bir öğretimin öğrencilerde istenilen anlama düzeylerine ulaşmasında başarılı olmadığını ifade ettiği gibi, tartışma ve sorgulamalara yer verilmediği için öğrencilerdeki kavram yanlışlarını gidermede de etkili olmadığını göstermektedir (Karamustafaoğlu vd., 2002; Tezci ve Gürol, 2003; Uzuntiryaki vd., 2001). Özellikle soyut fen kavramlarının öğretiminde, kavramların somutlaştırılmasına ve dolayısıyla öğrencilerin kavramları zihinlerinde daha doğru yapılandırmasına imkan veren öğretim materyallerine ve yöntem-tekniklere yer verilmesi büyük önem taşımaktadır.

Gazlar ünitesi bünyesinde soyut kavramları barındırmaktadır. Bu durum öğrenilmesini ve hatırla tutulmasını güçleştirmektedir. Yapısında ileriki dönemlerde öğretimi gerçekleştirilecek birçok kimya dersinin temeli niteliğindeki bilgileri barındırması sebebiyle doğru öğrenmelerin gerçekleştirilmesi son derece önemlidir. Aynı zamanda gazlar ünitesi kapsamında yer alan kavramlar günlük hayatla iç içe geçmiş bir özelliğe sahiptir. Bu kavramların bilimsel özelliklerinin öğrenilmesi öğrencilerin günlük hayatta gaz davranışlarını anlamasına imkan sağlayacaktır (İnciser, 2007). Bunların arasında soğutucuların ve klimaların hazırlanmasında yararlanılan Joule-Thomson olayı, yüksek rakımlarda ve deniz seviyesinde değişken özelliğiyle insan üzerine etkiyen açık hava basıncı, sanayilerde kullanılan gazlar, doğada yer alan zararlı gazlar ve benzeri birçok karşılaşma alanı bulunan gaz kavramlarının bilinmesi öğrencilerin hayatı anlamlandırmaları açısından önem arz ettiği düşünülmektedir.

Eğitim alanında gazlar konusuyla ilişkili çalışmalar incelendiğinde, çalışmalarda daha çok kavram yanlışlarını belirlemeye odaklanıldığı görülmektedir (Boz, 2005; Coştu, Ayas ve Ünal, 2007; Erdem, Yılmaz, Atav ve Gücüm, 2004). Bu üniteye ilişkin farklı yöntem ve teknikler kullanılarak düzenlenen öğretim süreçlerinin etkililiği üzerine de birçok çalışma bulunmaktadır (Aydın, 2013; Çavdar, Okumuş, Alyar ve Doymuş, 2016; Hwang ve Chiu, 2004; Özkara, 2011; Yalçinkaya, 2010). Fakat bu çalışmaların arasında modellerin

kullanıldığı ve etkililiğinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum çalışmanın önemini daha da artırmaktadır. Özellikle soyut kavramları içermesi sebebiyle model türlerinin kullanılmasına çok uygun bir doğası olan gazlar konusunun öğretimine yönelik bu çalışma ile literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Çalışma, Trabzon ilinde yer alan bir ortaöğretim kurumunda 11. öğrenim gören sınıfta 62 öğrenciyle yürütüldüğü için, ortaya çıkan sonuçlar bu örneklemden elde edilen verilerle sınırlıdır.
2. Araştırmada modellerle öğretimin öğrenci başarısına ve kimya dersine yönelik tutuma etkisi sadece gazlar ünitesiyle sınırlı olarak ele alınmaktadır.

1. 4. Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin veri toplama araçlarına verdikleri cevapların onların anlama düzeylerini ve tutumlarını gerçekçi olarak yansıttığı varsayılmıştır.
2. Deney grubu öğrencileriyle kontrol grubu öğrencileri arasında herhangi bir etkileşimin olmadığı varsayılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

2. 1. 1. Modellere İlişkin Genel Bilgiler

Bir öğretim materyali olarak modeller; doğrudan algılanamayan nesnelere, soyut nitelikteki olay ve sistemleri algılanabilir hale getirmek için öğretim sürecinde kullanılan yardımcı materyaller olarak tanımlanabilir (Yükseköğretim Kurulu [YÖK], 1996). Günbatar (2003) öğretim sürecinde kullanılan modelleri; birden çok duyuya hitap edecek şekilde hazırlanan diyagramlar, tablolar, grafikler, resimler gibi materyallerin kullanılmasıyla oluşturulmuş düzenekler şeklinde tanımlamıştır. Yine eğitimde kullanılan modeller Yiğit ve Özmen (2006) tarafından; gözle görülemeyecek kadar küçük, algılanamayacak derecede büyük veya çeşitli nedenlerden dolayı sınıf ortamına getirilmesi imkansız olan nesne, kavram veya olguları temsil etmek için hazırlanmış üç boyutlu malzemeler olarak tanımlanmaktadır.

Ancak yukarıda verilen tanımlarda olduğu gibi, modelleri sadece derslerde kullanılan üç boyutlu öğretim materyalleri olarak düşünmek doğru değildir. Model kavramı aslında daha geniş ve kapsamlıdır. Modeller genel olarak, bilimsel düşünmenin ve bilimsel çalışmaların önemli bir ögesidir. Bilimsel araştırmalarda modeller, hem ölçülecek varsayımları formüle etmede hem de bilimsel olay, kavram ve süreçleri açıklamakta kullanılır (Özcan, 2005). Model; bir sisteme ait özelliklerin sadeleştirilmiş şekilde sunumu olarak tanımlanabilir (Ingham ve Gilbert, 1991). Paton (1996) genel olarak modelleri, karmaşık görünen olayların ayrıntılarının bir kısmı göz ardı edilerek anlaşılmasını kolaylaştırmak için kullanılan bilimsel ve zihinsel etkinlikler olarak tanımlamaktadır. Bissuel'e (2001) göre ise model; insanlar arasındaki bir iletişim aracıdır, soyut fikirleri veya durumları açıklamak amacıyla kullanılırlar.

Modeller bilim adamlarının sahip oldukları bilgiler ışığında geleceğe dönük tahminlere olanak sağlayacak niteliğe sahiptir. Adams ve Le Verrier'in yer çekimi kanununa dayalı bir model kullanarak Uranüs gezegenini tahmin etmelerine olanak sağladığı bilinmektedir (Van Driel ve Verloop, 1999). Bazı durumlarda da eldeki modele ilaveler yapılarak veya başka modellerle birlikte incelenerek yeni teoriler hazırlanabilir (Özcan, 2005). Bu durum modellerin kullanıldıkça geliştirilmesine, durumları daha iyi açıklar hale getirilmesine olanak sağlar (Harrison, 2001). Nitekim atomun yapısına ilişkin ifade edilen Thomson, Rutherford,

Bohr atom teorilerinin geliştirilmesi esnasında kullanılan modellerin, bir sonraki modele temel teşkil ettiği bilinmektedir. Bu sebeple modellerin dinamik bir yapıya sahip olduğu söylenebilir (Justi ve Gilbert, 2002).

Modeller bilim insanlarının gelişen süreçlere ve değişen durumlara ilişkin elde ettikleri verileri bir bütün halinde görebilme, anlaşılır hale getirebilme, yorumlayabilme olanağı sağlamaktadır. Bilim insanları tablolar grafikler, diyagramlar kullanarak geçmiş verileri ve bugünün verilerini bir arada değerlendirerek gelecek çalışmalarına rehber olarak modelleri kullanabilmektedirler (Berber ve Güzel, 2009).

Bilim insanları tanecik düzeyinde ve makroskobik düzeyde gerçekleşen olayları ve değişen durumları, birden çok modelle sunabilme ve açıklama olanağına sahiptir. Bazı durumlarda bir model gerçek cismin veya durumun sadece bir kısmını ifade edebilirken, bazen de tamamını ifade edebilmektedir. Tanecik düzeyinde gerçekleşen bir kimyasal reaksiyonun öncesindeki tepkimeleri ve hazırlık evrelerini, reaksiyonun gerçekleşme süreci veya reaksiyon sonrasını eşitlikler ve simgesel modeller yardımıyla sunabilmektedir. Bunun yanında makroskobik düzeyde gerçekleşen yıldız patlamalarını patlama öncesini, patlama anını ve patlama sonrasını simülasyonlar aracılığıyla sunabilme olanağı bulunmaktadır.

Modelin ne olduğunun daha iyi anlaşılabilmesi için, modeller için yapılan sınıflandırmaları da incelemek gerekir. Modellerin sınıflandırılmasına yönelik yapılan çalışmalarda dış görünüş bakımından modeller (somut-soyut modeller), işlevleri bakımından (tanımlayıcı-açıklayıcı-betimleyici modeller), bilimsel olan-olmayan modeller şeklinde sınıflandırıldığı görülmektedir (Güneş vd., 2004). Ancak literatürde yaygın olarak kabul gören sınıflama Harrison ve Treagust (2000) tarafından yapılmıştır. Modelleri açık (benzetme) ve örtük (zihinsel) modeller olarak iki kategoride ele almışlardır (Harrison ve Treagust, 2000'den akt., Güneş vd., 2004, s. 46). Açık modelleri ise sekiz kategoride incelemişlerdir. Bu sekiz kategori ve açıklamaları aşağıda etraflıca sunulmaktadır.

Ölçeklendirme modelleri: Doğada yer alan bitkilerin, hayvanların, binaların, arabaların iç ve dış şekillerini, renklerini, yapısal özelliklerini tanımlamakta kullanılan modellerdir. Ölçeklendirme modelleri genellikle oyuncak formunda veya maket benzeri yapıda olan modellerdir. Ölçek modelleri daha çok dış görünüşe odaklandıkları için, model ile hedef arasında ortak olmayan özellikler ve farklılıklar olabilir.

Pedagojik analogik modeller: Pedagojik olarak adlandırılmasının sebebi atom ve molekül gibi varlıkları öğrenciler için gözlemlenebilir hale getirmek üzere öğretmenler tarafından açıklayıcı olarak kullanılmalardan kaynaklanmaktadır. Analogik olarak adlandırılmasının nedeni ise, modelin bilgiyi hedefle paylaşmasından kaynaklanmaktadır. Analoginin (benzetimin) yapısında bir veya birden fazla özellik göze çarpar. Molekülleri

göstermede kullanılan top ve çubuk modelleri örnek verilebilir. Bu tür modeller kavramsal özelliklere vurgu yapmak için ya çok basitleştirilmiş ya da genişletilmişlerdir.

Simgesel veya sembolik modeller: Eşitlikler veya kimyasal formüller semboller kullanılarak anlaşılabilir hale getirilmesine olanak sağlayan modellerdir. Eşitlikler ve formüller bu yolla kimya diline yerleşmiştir. Örnek olarak CO₂ (karbon dioksit) gösterimi verilebilir.

Matematiksel modeller: Fiziksel özellikler, fiziksel süreçler ve ortaya çıkartılan kavramsal ilişkiler matematiksel eşitlikler ve grafikler kullanılarak temsil edilmesine olanak sağlayan modellerdir. Örnek olarak, Newton'un ikinci hareket kanununun temsili olan $F=m.a$ verilebilir.

Teorik modeller: Teorik model olarak elektromanyetik alan çizgileri ve fotonlar örnek verilebilir. Çünkü teorik modeller insanların oluşturduğu, iyi yapılandırılmış teorik temellere dayandırılmaktadır. Gaz taneciklerinin hareketini açıklayan kinetik teori bu kategoriye girmektedir.

Haritalar, diyagramlar ve tablolar: Bu modeller bir yapıyı, unsurlarını ve bunların arasındaki ilişkileri temsil eder. Soy ağaçları, kan dolaşımı, hava durumunu gösteren haritalar, besin zinciri, periyodik tablo gibi gösterimler örnek verilebilir.

Kavram-süreç modelleri: Fen kavramları genel itibarıyla nesnelere ziyade süreçlerden oluşmaktadır. Örneğin asit kavramının tanımı yapılırken; aslında daha çok gerçekleşen bir sürece vurgu yapılır. Örneğin Arrhenius'a göre asit sulu çözeltilerine H⁺ iyonu veren veya H⁺ iyonu derişimini artıran maddelerdir. Asitliği veya bazlığı tanımlamada Lowry-Bronsted veya Lewis'in belirttiği süreçlerden de faydalanılabilir. Benzer durum indirgenme ve yükseltgenme kavramları için de geçerlidir ve bunlar kavram-süreç modelleri olarak sınıflandırılmaktadır.

Simülasyonlar: Simülasyonlar diğer model türlerine kıyasla daha karmaşık ve gelişmiş özelliklere sahip, ileri düzey modellerdir. Uçakların veya uzay gemilerinin kullanımına, sağlık alanında veya tıp eğitiminde ciddi ameliyatların gerçekleştirilmesine, laboratuvar deneylerinin yapılışına, küresel ısınmanın gerçekleşme sürecine veya çeşitli olaylara yönelik benzeşim uygulamaları simülasyonlara örnek olarak verilebilir.

Açık modellerden farklı olarak, bireyler yaşadıkları dünyayı anlamlandırmak için zihinsel bazı temsiller oluştururlar. Zihinsel temsiller olayların işleyişlerine yönelik olarak edinilen bilgi ve tecrübeler, aynı zamanda öğrenilen kavramlara bağlı olarak bireylerin zihinlerinde oluşturdukları açıklama ve gösterimleri ifade etmektedir. Bireyler tarafından bilişsel süreçler sonucunda üretilen bu temsiller genel olarak zihinsel model olarak ifade edilebilir. Zihinsel modeller kişisel olup, kararsız bir yapıdadır. Bu nedenle her zaman

bilimsel bilgiler ile uyumlu olmayabilir. Ayrıca bireyin edindiği yeni bilgi ve deneyimlerle yeniden düzenlenip, değiştirilebilir.

2. 1. 2. Modellere İlişkin Literatür Taraması

Modeller öğretim süreçlerinin birçok aşamasında kullanılmaktadır. Bu yönü itibarıyla modellere ilişkin literatürde birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Öğretmen ve öğrenci görüşleri, model oluşturma süreçleri, zihinsel modeller gibi birçok konu, araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Modellere ilişkin çalışmaları model ve modellemeye ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri, zihinsel modeller, modellerin öğretim ortamlarında kullanılması, modellerin önemi üzerine yapılan çalışmalar olarak sınıflamak mümkündür.

Bu bölümde modellere yönelik olarak yürütülmüş, yerli ve yabancı literatürde yer alan bilimsel çalışmalar; amaçları, kullandıkları veri toplama araçları, örneklemi, en önemli sonuçları ve önerileri açısından incelenerek, özet şeklinde aşağıdaki tabloda (Tablo 1) sunulmaktadır.

Tablo 1. Modeller İle İlgili İncelenmiş Yurtiçi ve Yurtdışı Çalışmaları

Yazar-Tarih	Amaç	Yöntem	Örneklem	Sonuçlar	Öneriler
Grosslight ve diğerleri (1991)	Model kavramı ve modellerin bilimde kullanılmasına ilişkin öğrenci ve uzmanların görüşlerinin tespit edilmesi ve kıyaslanması	Tarama	Model Uzmanı (n=4) 7. sınıf Öğrenciler (n=33) 11. sınıf Öğrenciler (n=22)	Uzmanlara göre modeller; somut veya soyut olabilir, bir fenomen hakkında düşünme ve anlamaya yardımcıdır, geçerliliği ölçümler ve araştırmalarla test edilebilir, aynı durum için farklı amaçlarda farklı modeller hazırlanabilir, daha iyileriyle değiştirilebilir. Çoğu öğrenciye göre modeller; sadece somut olabilir, gerçek nesnelere hakkında bilgi verir, gerçek bir nesnenin farklı yönlerini ifade eder, yanlış yapıldıysa ya da yeni bilgiler ışığında değişebilir.	Öğrencilerin modelleri kullanarak daha fazla tecrübe edinmeleri sağlanmalıdır. Öğrenciler modelleri kullanarak, daha bilimsel kavramlara ve fikirlere ulaşabilirler.

Tablo 1'in devamı

Van Driel ve Verloop (1999)	Öğretmenlerin bilimde model ve modellemeyi daha iyi anlamalarına, model ve modelleme alanında aktivite geliştirmelerine katkı sağlamak amacıyla 60 saatlik hizmet içi eğitim verilmesi ve etkililiğinin incelenmesi	Betimsel Araştırma	Biyoloji, Kimya ve Fizik öğretmenleri	Öğretmenler model odaklı öğretim aktivitelerini kullanma durumlarına göre iki gruba ayrıldı. Bu farklılığın öğretmenin branşıyla ya da tecrübesiyle ilişkili olmadığı görüldü. Derslerde uygulanan model ve modelleme aktivitelerinin öğrencilerin modellere ilişkin görüşleri ve modelleme kabiliyetleri için önemli olduğu ifade edildi.	Öğretmenler somut örneklerle aktivite yapmaya teşvik edilmeli, öğretmenler edindikleri tecrübelerini diğer öğretmenlerle paylaşmalıdır. Öğretim aktivitelerinde, öğrencilerin modellere ilişkin görüşleri ve modelleme kabiliyetleri göz önünde bulundurulmalıdır.
Justi ve Gilbert (2002)	Bilimin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde modellemenin rolüne ilişkin öğretmenlerin görüşlerinin tespit edilmesi	Betimsel araştırma	Fen Öğretmeni (n=30) Üniversite Kimya Öğretmeni (n=9)	Mülakatlarda öğretmenlerin model ve modelleme süreci hakkında yeterince bilgi ve tecrübeye sahip olmadıkları gözlemlendi. Öğretmenlerin modelleri bilim insanları ve diğer insanlar yapar ancak bilim insanları daha etkili model hazırlar görüşüne sahip oldukları belirlendi.	Öğrencilerin bilimi anlamasında ve bilim yapmayı öğrenmesinde, bilimsel modellerin doğasını ve kapsamını bilmesinin büyük etkisi vardır. Öğrencilerin modeller yapabilmeleri, bunları açıklayabilmeleri ve modellerini test edip sorgulayabilmeleri için modellerin fen öğretiminde merkezde yer alması önerilmektedir.
Nakiboğlu ve diğerleri (2002)	Atomun yapısını açıklamada kullanılan benzeşim modellerinin öğretmen adaylarının zihinsel modellerine etkisinin araştırılması	Tarama	Kimya Öğretmen Adayı (n=25) Matematik Öğretmen Adayı (n=79)	Öğretmen adaylarının atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin, atomun yapısını açıklamak için derslerde kullanılan benzeşim modelleriyle benzerlik gösterdiği ortaya çıkmıştır.	İlköğretim ve diğer düzeylerde atom kavramı anlatılırken öğrencilerde yanlış anlamalara sebep olacak benzeşim modelleri kullanılmamalıdır.

Tablo 1'in devamı

Treagust ve diğerleri (2002)	Fen öğretiminde bilimsel modellerin rolüne ilişkin öğrencilerin anlayışlarının tespit edilmesi	Tarama	Farklı Yaşlarda Ortaokul Öğrencileri (n=228)	Öğrenci görüşleri "çoklu temsiller olarak modeller, tam bir kopya olarak modeller, açıklayıcı araçlar olarak modeller, bilimsel modellerin kullanımı ve bilimsel modellerin değişen doğası" olmak üzere 5 tema altında sınıflandırılmıştır.	Öğretim sürecinde bilimsel model kavramından ve bilimde modellerin rolünden daha fazla bahsedilmelidir.
Güneş ve diğerleri (2004)	Öğretim elemanlarının, modellerin ne olduğu, fen eğitimindeki rolleri, niçin ve nasıl kullanıldıkları konusunda görüşlerinin tespit edilmesi	Tarama	Öğretim Elemanları Fizik Eğitimi (n=9) Kimya Eğitimi (n=6) Biyoloji Eğitimi (n=3) Fen bilgisi Eğitimi (n=4) Matematik Eğitimi (n=3)	Öğretim elemanlarının çoğunlukla "Bir olgunun birden fazla modelle temsil edilebileceği" ve "modellerin yeni bilgiler ışığında değişebileceği" doğru fikirlerine sahip oldukları ancak kullandıkları bazı model türlerinin birer model olduklarının farkında olmadıkları tespit edilmiştir.	Çeşitli şekillerde öğrenen öğrenciler için; aynı bilimsel olguya yönelik birden fazla model kullanmak gerektiği için öğretmenlerin bilimsel modellerin doğasını iyi bilmeleri gerekmektedir.
Chittleborough ve diğerleri (2005)	Öğrencilerin model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi	Tarama	8,9,10,11. sınıflar ile Üniversite Birinci Sınıf Öğrenciler (n=275)	Bilimsel modellerin ve öğretimde kullanılan modellerin rolleri, modellerin temsil gücü, modellerin çeşitliliği ve modellerin değişme özelliği ile ilgili öğrenci görüşlerinin yıllara göre gelişim gösterdiği görülmüştür.	Modellerin doğası öğrenciler tarafından iyi anlaşılmasa, öğrencilerde yanlış öğrenmelere neden olabilir. Bu nedenle öğrenciler modeller ve doğası hakkında bilgilendirilmelidir. Modeller öğretim süreçlerinde sıkça yer verilmelidir.

Tablo 1'in devamı

Günbatar ve Sarı (2005)	Elektrik ve Manyetizma konularındaki anlaşılması zor ve soyut kavramlara yönelik model geliştirilmesi ve bu modellere ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşlerinin tespiti	Betimsel araştırma	Fizik Öğretmeni (n=27) Ortaöğretim Öğrencileri (n=390)	Öğretmenler, modellerin öğrencilerin soyut kavramları anlamalarında olumlu etkileri olduğunu, öğrencilerin derse katılımını, derse olan ilgilerini arttırdığını, öğrencilerin düşüncelerine katkı sağladığını, anlaşılması güç kavramlara yönelik yeteri kadar model bulunmadığını düşünmektedir.	Öğretmenler, anlaşılması zor ve soyut kavramları öğrencilere anlatırken model kullanmanın yararına inandırılmalıdır. Derste kullanılan modellerin anlaşılır olmasına dikkat edilmeli ve modellerin sınırlılıkları öğretmenler tarafından bilinmelidir.
Koçak (2006)	"Sindirim ve görevli yapılar", "Boşaltım ve görevli yapılar", "Çiçekli bir bitkiyi tanıyalım" konularında modellerin başarıya etkisi	Yarı deneysel	5. sınıf Öğrencileri (n=200)	Modellerle öğretimin yapıldığı deney grubu öğrencilerinin anlatım yöntemiyle dersin işlendiği kontrol grubuna göre daha başarılı oldukları görülmüştür.	Öğrenme ve öğretme aracı olarak modellerin fen derslerinde kullanılmaları önerilmektedir. Soyut konuların somutlaştırılmasında, öğrencilerin daha kalıcı bilgiler oluşturmalarında modellerden yararlanılması önerilmektedir.
Taylan-Yıldız (2006)	İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerin belirlenmesi ve atomun yapısını açıklamada kullanılan çeşitli benzeşim modellerinin, öğrencilerin zihinsel modellerini nasıl etkilediğinin incelenmesi	İlişkisel Tarama	İlköğretim 7. ve 8. sınıf Öğrencileri (n=441) Ortaöğretim Öğrencileri (n=479)	Zihinsel modellerin, internet, televizyon gibi çeşitli platformlardaki yanlış görsellerden etkilendiği, ilköğretim öğrencilerinde atomun yapısına ilişkin açık ve net bir zihinsel model oluşmadığı, ortaöğretim öğrencilerinin ise çoğunlukla modern atom teorisinden farklı olarak, elektron bulutu, güneş sistemi, enerji kabuğu gibi çeşitli benzeşim modellerine sahip oldukları görülmüştür.	Fen bilimleri öğretmen adayları, atomun yapısına dair öğrencilerde gözlemlenen yanlış zihinsel modellerden haberdar edilmeli, öğretmenler derslerde benzeşim modellerini kullanmaktan kaçınmalıdır. Öğretmenler modellerin (benzeşimlerin) sınırlılıklarından öğrencileri haberdar etmelidirler. Öğrencilerin modelleme yetenekleri geliştirilmeli, öğrencilere model oluşturma imkanı sunulmalıdır.

Tablo1'in devamı

Berber ve Güzel (2009)	Fen ve matematik öğretmen adaylarının, model ve modellemeye ilişkin algılarının tespit edilmesi	Tarama	Fizik, Kimya, Biyoloji, Fen Blgisi, Matematik Öğretmen Adayları (n=435)	Öğretmen adaylarının büyük bölümü "bilimsel modellerin kopyalar olmayıp temsiller olduğu" fikrine sahiptir. Çoğunlukla modellerin öğretici rolünden bahsettikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının modellere ilişkin düşüncelerinin iyileştirilmeye ihtiyacı olduğu belirlenmiştir.	Modellere ilişkin yanlış algıları ortadan kaldırmak için eski ve yeni modellerin karşılaştırılması gerekmektedir. Sınıflarda model kullanma ve geliştirme etkinlikleri düzenlenmelidir. Öğretmen adaylarına kendi modellerini oluşturma ve test etme imkanı sunulmalıdır.
Jansoon ve diğerleri (2009)	Taylandlı üniversite öğrencilerinin seyreltme olayına ilişkin anlayışlarının ve zihinsel modellerinin tespit edilmesi	Betimsel araştırma	Üniversite Öğrencileri (n=414)	Bazı yetenekli öğrenciler, seyreltme olayını sembolik, tanecik ve makroskobik seviyelerin hepsiyle açıklayabilirken, daha düşük başarılı öğrenciler seyreltme olayını daha çok bu üç seviyeden ancak biri ile açıklayabilmişlerdir.	Somut modellerin öğrenme ortamlarında ve laboratuvar aktivitelerinde kullanılması, öğrencilerin olayları daha kolay zihinlerinde canlandırmalarına sebep olacak ve daha doğru zihinsel modellere sahip olmalarını sağlayacaktır.
Ünal-Çoban (2009)	Modellemeye dayalı etkinliklerle yürütülen fen ve teknoloji dersinin 7. sınıf ışık ünitesinde, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisinin belirlenmesi	Yarı deneysel	7. sınıf Öğrencileri (n=65)	Modellemeye dayalı etkinlikler, öğrencilerin modellerin bilimsel çalışmalarındaki işlevlerini yaşayarak anlamalarına imkan vermiştir. Modelleme etkinlikleriyle ders işlemenin, öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri, bilimsel süreç becerileri, bilimsel bilgi ve varlık anlayışları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır.	Uygulamaların daha etkili yürütülebilmesi ve öğrencilerin daha detaylı izlenebilmesi adına küçük gruplarla çalışılması önerilmektedir. Derslerde öğrencileri model kullanan değil model üreten konumuna getirecek etkinliklere yer verilmesi önerilmektedir.

Tablo1'in devamı

İyibil (2010)	Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarına dair anlama düzeylerinin ve zihinsel modellerinin tespit edilmesi	Tarama	Okul Öncesi Öğretmenliği Sınıf Öğretmenliği Fen bilgisi Öğretmenliği Fizik Öğretmenliği Öğretmen Adayları (n=293)	Öğretmen adaylarının ideal, temel, kavramsal, ezberci, seçici, tanımsal, somut, ilişkisel ve uyumsuz olmak üzere dokuz farklı zihinsel modele sahip oldukları tespit edilmiştir.	Farklı yaş seviyelerindeki bireylerin astronomi kavramlarına ilişkin zihinsel modelleri ortaya çıkarılmalı ve bu kavramların nasıl geliştiği belirlenmeye çalışılmalıdır. İstenmeyen nitelikteki zihinsel modellerin ortaya çıkış sebepleri araştırılmalıdır.
Türker (2011)	Model kullanımına dayalı bilimsel süreç becerileri yaklaşımının, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, başarıları ve motivasyon düzeylerine etkisinin incelenmesi	Yarı deneysel	6. sınıf Öğrencileri (n=48)	Model kullanımı öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, başarı düzeyleri ve motivasyon düzeyleri üzerinde olumlu etkiye sahip olmuştur.	Öğretmen adaylarına model geliştirmelerine imkan verecek dersler verilmeli veya var olan derslerin kapsamı bu beceriyi kapsayacak şekilde genişletilmelidir.
Burkaz (2012)	"Hayatımızı Kolaylaştıran Makineler" ünitesinde üç boyutlu model kullanımı ve 5E modelinin akademik başarı ve kavramsal değişim üzerine etkisinin belirlenmesi	Yarı deneysel	7. sınıf Öğrencileri (n=50)	Öğrencilerin başarılarında anlamlı bir artış tespit edilmiştir. Öğrencilerin sahip olduğu alternatif fikirler deney grubunda daha fazla giderilmiştir.	Soyut nitelikli fen kavramlarının öğretimi için üç boyutlu modellerin kullanımı öğrenme önündeki güçlükleri giderebilir. Yaparak yaşayarak öğrenmelerine fırsat sunan üç boyutlu modellerin öğrencilere hazırlanması önerilmektedir.

Tablo 1'in devamı

Ergin ve diğeri (2012)	Farklı akademik ünvanlara sahip öğretmenlerin model ve modellemenin öğrenme ve öğretmedeki rolü, modellemenin içeriği, fen öğretiminde kullanılan bilimsel modellerin sınıflandırılması hakkında görüşlerinin tespit edilmesi	Betimsel araştırma	Lisans Düzeyinde Öğretmen (n=74) Yüksek Lisans Düzeyinde Öğretmen (n=22)	Öğretmenler fen bilimlerini öğretirken modelleri kullanmaya yeteri kadar önem vermedikleri tespit edilmiştir. Öğretmenlerin modeller ve özellikleri hakkındaki düşüncelerinin yetersiz olduğu ve derste kullandıkları modelleri bilinçli olarak kullanmadıkları tespit edilmiştir.	Fen öğretmen adaylarının modellere ilişkin yeterince eğitim almaları sağlanmalıdır. Öğrenilen bilgilerin kalıcı olması için öğrencilerin modelleme yetenekleri geliştirilmeye çalışılmalıdır.
Harman (2012)	Öğretmen adaylarının model hazırlanırken dikkat edilmesi gereken hususlar, modellerin zaman içerisinde değişip değişmeyeceği, fen ve teknoloji öğretiminde model kullanımının avantajları ve dezavantajları hakkındaki bilgilerinin incelenmesi	Betimsel araştırma	Fen bilgisi Öğretmen Adayı (n=75)	Öğretmen adayları model ve modelleme hakkında genel bilgilerinin yeterli olduğu, ancak nelerin model olarak nitelendirileceği konusunda eksiklerinin olduğu görülmüştür.	Öğretmen adaylarının modellere ilişkin bilgi eksikliklerinin giderilebilmesi için öğretim ilke ve yöntemleri, öğretim teknolojileri ve materyal tasarlama, özel öğretim yöntemleri gibi derslerde modellere daha geniş yer verilmeli ve uygulamalar yaptırılmalıdır.
Çökelez ve Yalçın (2012)	Öğrencilerin atom kavramı ile ilgili öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası zihinsel modellerinin incelenmesi ve karşılaştırılması	Doküman analizi ve örnek olay	7. sınıf Öğrencileri (n=215)	Öğrencilerin öğrenim öncesinde sezgisel olan inanışları, yerini bilimsel olan cevaplara bırakmıştır. Kavram yanlışlarının ise bir kısmının öğrenim süreci sonrasında da devam ettiği görülmüştür.	Analojik modellerin kavram yanlışlarına neden olabilecek doğası göz önünde bulundurularak, kitaptaki atoma ilişkin modellere ek olarak, animasyonlar ve simülasyonlar geliştirilmeli ve kullanılmalıdır.
Hokayem ve Schwaz (2012)	Öğrencilerin buharlaşma ve yoğunlaşma konularında modelleme etkinliklerini içeren bir eğitime tabi tutulması ve bu eğitim hakkındaki görüşlerinin tespit edilmesi	Gelişimci araştırma	5. sınıf Öğrencileri (n=34)	Tanecik yapılarına ilişkin süreçleri ve tanecik yapılarını ifade eden modeller oluşturmada önemli ölçüde ilerleme gösterdiler. Öğrenciler açıklayıcı araçlar olarak ve yeni durumları tahmin ederken modelleri kullandılar.	Mevcut müfredat modelleri daha fazla içerecek şekilde revize edilebilir. Modelleme süreçleri kullanılarak, öğrencilerin bilimsel açıklamaları ve bilime ilişkin anlayışları düzeltilebilir ve değerlendirilebilir.

Tablo 1'in devamı

Karagöz ve Sağlam-Aslan (2012)	İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesi	Özel durum	7. sınıf Öğrencileri (n=45)	Öğrenciler atomun yapısını genel olarak doğru çizdikleri, atomun proton, nötron ve elektronlardan oluştuğunu doğru olarak belirtebildikleri, fakat bu yapıların hareketleri ve konumlarıyla ilgili farklı modellere sahip oldukları görülmüştür.	Öğrencilerde atomun yapısına ilişkin bilimsellikten uzak zihinsel modellerin sebepleri belirlenip daha etkili modeller kullanılarak öğrencilerin akademik hayatlarını olumlu etkilemeli ve öğretmenlerin işi kolaylaştırılmalı. Ders kitaplarındaki, öğrenci ve öğretmenlerin kullandığı modeller araştırmacılar tarafından incelenmelidir.
Tatar ve diğerleri (2012)	Farklı öğrenim seviyelerinde öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi ve bu modellerin cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenleriyle ortaya koyulması	İlişkisel araştırma	Fen bilgisi öğretmen adayı erkek (n=111) Fen bilgisi öğretmen adayı bayan (n=189)	Sınıf düzeyi ilerledikçe öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik zihinsel modelleri, açıklayıcı ve kavramsal öğretim modelinden, araştırmacı öğretim modeline doğru değişmektedir.	Öğretmen adaylarının öğretmen merkezli inanışlarının öğrenci merkezli yönde değiştirilmesi için, eğitim derslerinde öğretmen adaylarının kendi inanışlarının yetersizliklerini görmelerini sağlayacak uygulamalar ve tartışmalar gerçekleştirilmeleri için ortam sağlanmalıdır.
Arslan (2013)	Fen ve Teknoloji dersi "Madde ve Isı ünitesinin" Modellemeye Dayalı Fen Öğretim yöntemi ile işlenmesinin; öğrencilerde anlama, yaratıcılık, hatırd tutma düzeyleri ve zihinsel modelleri üzerine etkisinin belirlenmesi	Yarı deneysel	6. sınıf Öğrencileri (n=58)	Anlama ve hatırd tutma açısından her iki grup öğrencileri arasında bir fark görülmezken, yaratıcılık düzeyinin deney grubunda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Modelleme tabanlı öğretimin, öğrencilerin zihinsel modellerini olumlu etkilediği görülmüştür.	Ülkemizde modelleme tabanlı öğretimin etkililiğini ortaya koyan daha fazla araştırma yapılması önerilmektedir.

Tablo 1'in devamı

Aslan ve Yadigaroglu (2013)	Fen ve teknoloji, fizik, kimya, biyoloji ve matematik lisansüstü öğrencilerinin modellerin rolü ve doğası ile modelleme hakkındaki düşüncelerinin belirlenmesi	Tarama	Lisansüstü Öğrencileri (n=30)	Lisansüstü öğrencilerin model ve modellemeye ilişkin görüşlerinde yalnızca branş açısından anlamlı bir fark olduğu, cinsiyet, lisansüstü derecesi, öğrenim yılı durumlarına göre anlamlı fark olmadığı ortaya çıkmıştır. Bazı öğrencilerin kullandıkları temsillerin birer model olduğunu ve modelin gerçeğe ne derece benzemesi gerektiğini tam olarak bilmedikleri tespit edilmiştir.	Fen ve matematik eğitiminde model ve modellemenin önemi ve özelliklerine ilişkin lisansüstü derslerin bulunması gerektiği önerilmiştir.
Kurnaz ve diğerleri (2013)	Ortaöğretim öğrencilerinin elektriklenme, yıldırım ve şimşek kavramlarıyla ilgili zihinsel modellerinin tespit edilmesi	Özel durum	Ortaöğretim Öğrencileri (n=110)	Öğrencilerin elektriklenme ile ilgili algılarının yetersiz olduğu, şimşek ve yıldırım kavramları arasındaki ilişkilendirmeyi yapamadıkları, elektriklenme ve şimşekle ilgili çizimlerinin çoğunlukla bilimsellikten uzak, yıldırımla ilgili çizimlerinin ise kısmen bilimsel öğeler içerdiği görülmüştür.	Bu üç kavram için kitaplarda öğrenci zihinsel modellerinin yapılmasına yardımcı olacak görsel çizimlere yer verilmesi, üç kavram arasındaki farklılıkları yansıtacak anlam çözümleme tablolarının kullanılması ve olası yanlış algılamalara yönelik kavramsal değişim metinlerinin kullanılması önerilmektedir.
Ekiz (2015)	Model ve etkinlikleri içeren bir öğretim materyalinin, "sindirim" konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının ve eksik bilgilerini gidermesi üzerine etkisinin incelenmesi	Aksiyon araştırması	7. sınıf Öğrencileri (n=30)	Kullanılan model ve etkinliklerin öğrencileri zihinsel ve fiziksel açıdan aktif hale getirdiği, dersten zevk almalarını sağladığı, bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmelerine imkanı verdiği sonucuna ulaşılmıştır.	MEB tarafından konuların öğretimine yönelik modeller ve etkinlikler geliştiren bir komisyon kurulmalı ve bu komisyon geliştirdiği materyalleri öğretmenlerin kullanımına sunulmalıdır.

Tablo 1'in devamı

Pekmezci (2017)	Öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili öğretim öncesi ve sonrası zihinsel modellerinin incelenmesi ve öğretim sürecinde zihinsel modellerinde meydana gelen değişimin belirlenmesi	Özel durum	6. sınıf Öğrencileri (n=490)	Çalışmanın sonunda öğrencilerin, birbiriyle karıştırdıkları yapı ve organların görevlerini tam bilmedikleri, dolayısıyla da bunların görevlerini birbirine transfer ettikleri, öğrencilerin solunum sisteminin vücuttaki diğer yapılarla (makro: sistem, organ; mikro: hücre) olan ilişkilerini tam kavrayamadıkları saptanmıştır.	Öğrencilerin konuyu derinlemesine anlamalarını sağlamak amacıyla sistemlerin bileşenleri arasındaki davranışsal ve görevsel ilişkileri açıklayan dinamik modeller kullanılmaktadır.
-----------------	---	------------	------------------------------	--	---

Tablo 1'de yer alan çalışmalar literatürde karşılaşılan, modellerin kullanıldığı çalışmaların bir kısmını içermektedir. Bu çalışmalar amaçları açısından incelenecek olursa; en çok model ve modellemenin fen eğitimindeki rolüne ilişkin, farklı yaş seviyelerindeki bireylerin görüşlerini almayı amaçlayan (Arslan, 2013; Aslan ve Yadigaroglu, 2013; Berber ve Güzel, 2009; Chittleborough, Treagust, Mamiala ve Mocerino, 2005; Ergin, Özcan ve Sarı, 2012; Grosslight, Unger, Jay ve Smith, 1991; Günbatar ve Sarı, 2005; Güneş vd., 2004; Harman, 2012; Justi ve Gilbert, 2002; Treagust vd., 2002; Van Driel ve Verloop, 1999) çalışmalara rastlanmaktadır. Bununla beraber farklı ünite ve konularda öğrencilerin zihinsel modellerini incelemek amacıyla (Çökelez ve Yalçın, 2012; İyibil, 2010; Jansoon, Coll ve Somsook, 2009; Karagöz ve Sağlam-Aslan, 2012; Kurnaz, Tarakçı, Aydın ve Pektaş, 2013; Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2002; Pekmezci, 2017; Tatar vd., 2012; Taylan-Yıldız, 2006) çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Farklı konuların öğretiminde modellerin kullanıldığı ve etkililiğinin araştırıldığı çalışmalarda ise daha çok yapılan uygulamaların kavramsal değişim üzerine (Burkaz, 2012; Ekiz, 2015), kavramsal anlama düzeyleri üzerine (Arslan, 2013; Ünal-Çoban, 2009), bilimsel süreç becerileri üzerine (Türker, 2011; Ünal-Çoban, 2009), bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi üzerine (Ünal-Çoban, 2009), yaratıcılık ve hatıra tutma düzeyleri üzerine (Arslan, 2013), başarı üzerine (Burkaz, 2012; Koçak, 2006; Türker, 2011) ve motivasyon düzeyleri üzerine (Türker, 2011) etkisinin incelendiği görülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin modelleme etkinliklerine nasıl dahil olduklarını ve model kullanarak yeni olguları tahmin etme durumlarını inceleyen (Hokayem ve Schwaz, 2012), farklı tecrübe yıllarına sahip öğretmenlerin bilimde model ve modellemeyi daha iyi anlamalarına yönelik hizmet içi eğitimin verildiği (Van Driel ve Verloop, 1999) çalışmalara da rastlanmaktadır.

Tablo 1’de yer alan çalışmalar yöntemleri açısından incelenecek olursa; yarı deneysel yöntemin (Arslan, 2013; Burkaz, 2012; Koçak, 2006; Türker, 2011; Ünal-Çoban, 2009), aksiyon araştırmasının (Ekiz, 2015), özel durum çalışmasının (Karagöz ve Sağlam-Aslan, 2012; Kurnaz vd., 2013; Pekmezci, 2017), tarama yönteminin (Aslan ve Yadigaroglu, 2013; Berber ve Güzel, 2009; Chittleborough vd., 2005; Grosslight vd., 1991; Güneş vd., 2004; İyibil, 2010; Nakiboğlu vd., 2002; Treagust vd., 2002), betimsel araştırmanın (Ergin vd., 2012; Günbatır ve Sarı, 2005; Harman, 2012; Jansoon vd., 2009; Justi ve Gilbert, 2002; Van Driel ve Verloop, 1999), doküman analizi ve örnek olay yönteminin (Çökelez ve Yalçın, 2012), gelişimci araştırma yönteminin (Hokayem ve Schwaz, 2012), ilişkisel tarama yönteminin (Tatar vd., 2012; Taylan-Yıldız, 2006) kullanıldığı çalışmalar karşımıza çıkmaktadır. Bunlar arasında farklı konuların öğretiminde model ve modellemelerin etkisinin araştırıldığı çalışmalarda genellikle yarı deneysel yöntemin kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 1’de yer alan çalışmalar örneklem grupları açısından incelendiğinde her yaşta bireyle çalışmaların yürütüldüğü görülmektedir. Öğretmen ve öğrencilerin beraber örneklem olarak belirlendiği bir çalışmaya (Günbatır ve Sarı, 2005), yalnızca ilköğretim öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalara (Arslan, 2013; Burkaz, 2012; Çökelez ve Yalçın, 2012; Ekiz, 2015; Hokayem ve Schwaz, 2012; Karagöz ve Sağlam-Aslan, 2012; Koçak, 2006; Pekmezci, 2017; Türker, 2011; Ünal-Çoban, 2009), ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin beraber örneklem olarak belirlendiği bir çalışmaya (Taylan-Yıldız, 2006), yaş aralığı 13-15 olan öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği bir çalışmaya (Treagust vd., 2002), ortaöğretim öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği bir çalışmaya (Kurnaz vd., 2013), öğretmen adaylarının örneklem grubu olarak belirlendiği çalışmalara (Berber ve Güzel, 2009; Harman, 2012; İyibil, 2010; Nakiboğlu vd., 2002; Tatar vd., 2012), lisans öğrencilerinin örneklem grubu olarak belirlendiği bir çalışmaya (Jansoon vd., 2009), lisansüstü öğrencilerinin örneklem grubu olarak belirlendiği bir çalışmaya (Aslan ve Yadigaroglu, 2013), ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite birinci sınıf öğrencilerinin beraber örneklem grubu olarak belirlendiği bir çalışmaya (Chittleborough vd., 2005), öğretmenlerin ve üniversite öğretim elemanlarının beraber örneklem grubu olarak belirlendiği çalışmalara (Güneş vd., 2004; Justi ve Gilbert, 2002; Van Driel ve Verloop, 1999), öğretmenlerin örneklem olarak belirlendiği bir çalışmaya (Ergin vd., 2012) ve model uzmanları, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileriyle beraber yürütülen bir çalışmaya (Grosslight vd., 1991) rastlanılmıştır. Modellerle öğretimin gerçekleştirildiği çalışmalarda örneklemin genellikle ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinden oluştuğu görülmektedir.

Tablo 1’de yer alan çalışmalar ortaya koydukları sonuçlar açısından incelenecek olursa şu sonuçlara ulaşılmaktadır. Öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının model ve modelleme süreciyle ilgili görüşlerini belirlemeyi amaçlayan çalışmalarda;

bireylerin modellerin doğasına ilişkin bazı doğru bilgilere sahip olmalarına karşın, bazı hususlarda yetersiz veya yanlış bilgilere sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır (Aslan ve Yadigaroğlu, 2013; Berber ve Güzel, 2009; Ergin vd., 2012; Grosslight vd., 1991; Güneş vd., 2004; Harman 2012; Justi ve Gilbert, 2002; Van Driel ve Verloop, 1999). Yaş seviyesi arttıkça modellerin doğasını anlama seviyesi (Chittleborough vd., 2005) ve zihinsel modellerin doğruluk seviyesinin arttığı görülmüştür (Tatar vd., 2012). Çeşitli kavramlara ilişkin öğrencilerin zihinsel modelleri üzerine yapılan çalışmalarda; bireylerde araştırılan kavramlara yönelik çeşitli zihinsel modellerin olduğu (Jansoon vd., 2009; Karagöz ve Sağlam-Aslan, 2012; Kurnaz vd., 2013; Nakiboğlu vd., 2002; Pekmezci, 2017; Taylan-Yıldız, 2006) ve kullanılan farklı öğretim yöntemleri sayesinde zihinsel modellerin daha bilimsel anlamalara doğru geliştiği ortaya çıkmıştır (Çökelez ve Yalçın, 2012). Farklı konuların veya kavramların öğretiminde, model tabanlı öğretimin etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda ise öğrencilerin başarılarında büyük ölçüde artış kaydedildiği ve öğrencilerin ilgili konuları daha iyi öğrendikleri (Koçak, 2006), geleneksel öğretim metotlarına göre daha başarılı sonuçlar verdiği, bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu (Türker, 2011), kavramsal anlamalarında artış meydana geldiği (Ünal-Çoban, 2009), olumlu tutum geliştirilmesine olanak sağladığı (Türker, 2011), öğrencilerin sahip olduğu alternatif fikirlerin giderilmesinde etkili olduğu (Burkaz, 2012), yaratıcılık düzeyini arttırdığı (Arslan, 2013), öğrencileri zihinsel ve fiziksel açıdan aktif hale getirdiği, dersten zevk almalarını sağladığı ve bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirme imkanı sağladığı (Ekiz, 2015), model kullanımının soyut kavramların öğretiminde genel olarak etkili olduğu, (Günbatır ve Sarı, 2005) sonuçlarına ulaşılmıştır.

Tablo 1'de yer alan çalışmalar önerileri açısından incelenecek olursa; öğretim süreçlerinde bilimsel model kavramının amacı ve modellerin rolüne daha fazla vurgu yapılması gerektiği (Treagust vd., 2002; Chittleborough vd., 2005), öğrencilerde yanlış anlamalara sebep olacak benzeşim modellerinin kullanılmaması gerektiği (Çökelez ve Yalçın, 2012; Günbatır ve Sarı, 2005; Jansoon vd., 2009; Koçak, 2006; Kurnaz vd., 2013; Nakiboğlu vd., 2002), öğrencilerin ve öğretmenlerin model hazırlayarak ya da hazır modelleri kullanarak daha fazla tecrübe edinmesi gerektiği (Berber ve Güzel, 2009; Burkaz, 2012; Ergin vd., 2011; Grosslight vd., 1991; Güneş vd., 2004; Harman 2012; Justi ve Gilbert, 2002; Taylan-Yıldız, 2006; Türker, 2011; Ünal-Çoban, 2009; Van Driel ve Verloop, 1999) önerilmektedir. Bunların dışında, eğitim süreçleri neticesinde istenmeyen nitelikteki zihinsel modellerin ortaya çıkış nedenlerinin araştırılmasının (İyibil, 2010), mevcut öğretim programlarının model ve modelleme etkinliklerini içerecek şekilde revize edilmesinin (Hokayem ve Schwaz, 2012), öğretmenlerin kullanımı için MEB tarafından modeller geliştirilmesinin ve öğretmenlerin kullanımına sunulmasının önerildiği (Ekiz, 2015),

öğrencilerin kullanacağı kaynaklarda daha fazla modele yer verilmesinin (Günbatar ve Sarı, 2005), modellerle öğretimin etkililiğinin farklı konular için denenmesi gerektiğinin önerildiği (Arslan, 2013) görülmektedir.

2. 1. 2. Gazlar Ünitesine İlişkin Genel Bilgiler

Kimya eğitiminde öğrencilerin anlamada, öğretmenlerin ise anlatmakta güçlük yaşadığı birçok konu bulunmaktadır. Bu durumun kavramların soyut nitelik taşımasından ileri geldiği belirtilmektedir (Abraham, Williamson ve Westbrook, 1994). Birçok soyut kavram içeren kimya derslerinde öğrencilerin sıklıkla temel kavramları öğrenemedikleri görülmekte ve bu durumun üst düzey bilgilerin öğrenilmesine engel teşkil ettiği bilinmektedir (Nakhleh, 1992).

Kimya eğitiminde öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri ve öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgıları birçok araştırmacının dikkatini çekmektedir. Üzerinde birçok çalışmanın yapıldığı ve öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği tespit edilen ünitelerden bir tanesi de “gazlar” ünitesidir. Gazlar ünitesi yapısı gereği öğrencilerin hem okulda hem de günlük yaşama ilişkin deneyimlerinde sıklıkla karşılaşabilecekleri bir ünite. Öğrenciler okulda gazlar ünitesinin daha çok mikro boyutuyla, günlük deneyimlerinde ise daha çok makro boyutuyla karşılaşmaktadırlar. Bu konunun mikro ve makro boyuta sahip olması, konunun hem soyut hem de somut nitelik kazanmasına yol açmaktadır. Soyut özelliği ve doğrudan görülememesi, çocukların gaz kavramını zihinlerinde doğru şekilde oluşturmalarına engel olmaktadır (Stavy, 1988).

Buna ek olarak, özellikle orta öğretim kimya derslerinde gazlar ile ilgili öğrencilere yöneltilen soruların daha çok işlem soruları olması nedeniyle, öğrencilerin gazlara ilişkin kavramları tam olarak anlayıp anlamadıkları belirlenmemektedir. Bu durum, formülleri ezberleyen ve işlem soruları yapan öğrencilerin sınavlarda başarılı olmasına, ancak konuyla ilgili günlük deneyimlerinden ve önceki öğrenmelerinden süregelen yanılgılarının devam etmesine neden olmaktadır. Araştırmacılar, bir öğrencinin işlemsel problemleri başarı ile çözmesinin, kavramları doğru olarak yapılandırdığının bir göstergesi olamayacağını sıkça ifade etmektedirler (Nakhleh ve Mitchell, 1993; Niaz ve Robinson, 1992; Zoller, 1993).

2013 yılı Milli Eğitim Bakanlığı fen bilimleri öğretim programı incelendiğinde gazlar ünitesine ilişkin temel bilgilerin, ilköğretim seviyesinde öğretilmeye başladığı görülmektedir. Öncelikle ilköğretim üçüncü sınıf seviyesinde “*çevresindeki maddeleri, hallerine göre sınıflandırır*”, ardından dördüncü sınıfta “*maddenin hallerini bilir ve aynı maddenin farklı hallerine örnekler verir, maddenin hallerine ait temel özellikleri karşılaştırır*”, beşinci sınıfta “*maddelerin ısı etkisiyle hal değiştirebileceğine yönerlik deneyler yapar, elde ettiği verilere*

dayalı çıkarımlarda bulunur”, altıncı sınıfta *“maddelerin; tanecikli, boşluklu ve hareketli yapıda olduğunu kavrar*”, yedinci sınıfta gazlar ünitesine ilişkin doğrudan bir ifade bulunmamakta, sekizinci sınıfta ise periyodik tabloda yer alan soygazlara ilişkin bilgiler verilmektedir (MEB, 2013)

Ortaöğretim seviyesine bakılacak olursa; onuncu ve on ikinci sınıflarda gazlara ünitesi bulunmamaktadır. Dokuzuncu sınıfta *“maddenin farklı hallerde olmasının canlı hayat, endüstri ve çevre için önemini fark eder, gazların basınç, sıcaklık, hacim ve miktar özelliklerini birimleriyle açıklar, gazların davranışını açıklamada gaz yasalarını ve kinetik teoriyi kullanır, bir gaz karışımı olan atmosferin, canlılar için taşıdığı hayati önemini farkına vararak atmosferi kirleticilerden koruma bilinci edinir”* kazanımları bulunmaktadır. On birinci sınıfta gazlar ünitesine ilişkin beş kazanım (bkz. Tablo 7) bulunmaktadır (MEB, 2013). On birinci sınıf kazanımları genel itibariyle dokuzuncu sınıfta öğretimi gerçekleştirilen kazanımlarla karşılaştırıldığında daha çok hesaplama gerektiren bir yapıya sahip olduğu görülmektedir (İdeal Gaz Denklemi, Victor-Meyer Yöntemi, Difüzyon Kanunu, Sıvıların Doygun Buhar Basıncı). Teori ve yasa arasındaki farka ilişkin ayrıntılı bilgi ilk olarak verilmektedir. Bunun yanında dokuzuncu sınıfta bahsi geçen *“ideal gaz”* kavramına ilişkin, on birinci sınıfta daha fazla ayrıntının verildiği görülmektedir. Dokuzuncu sınıfta konuya ilişkin grafik okuma eğitimi verilerek on birinci sınıfta faz diyagramlarına ve gaz yasalarına ilişkin grafiklerin öğretime geçiş yapılmıştır. Dokuzuncu sınıfta maddenin halleri başlığı altında öğretim gerçekleştirilirken, on birinci sınıfta gazlar ünitesi olarak öğretimin gerçekleştirildiği görülmektedir.

Genel itibariyle gazlara ilişkin gerçekleştirilen öğretim süreçlerinin sonunda, öğrencilerden bir gazın sıcaklık, basınç, hacim, mol sayısı ve yoğunluk gibi özelliklerine ilişkin hesaplamalar yapabilmesi, ideal gaz ve gerçek gaz kavramlarını göz önünde bulundurarak gaz taneciklerinin hareketine ilişkin doğru bir anlayış geliştirmesi ve sonraki ünitelerin ilgili konularında karşılaşacağı kural ve kanunların anlaşılmasını mümkün kılacak yeterliliğe sahip olması beklenmektedir.

2. 1. 2. 1. Gazlar Ünitesine İlişkin Literatür Taraması

Bu bölümde Gazlar ünitesine yönelik olarak yerli ve yabancı literatürde yer alan bilimsel çalışmalar amaçları, kullandıkları veri toplama araçları, örneklemeleri, en önemli sonuçları ve önerileri açısından incelenerek, özet şeklinde aşağıdaki tabloda (Tablo 2) sunulmaktadır.

Tablo 2. Gazlar ünitesiyle ilgili incelenmiş yurtiçi ve yurtdışı çalışmaları

Yazar – Tarih	Amaç	Veri toplama aracı	Örneklem	Sonuçlar	Öneriler
Hwang ve Chiu (2004)	Gazların tanecikli yapılarına ilişkin öğrenci yanılgılarının belirlenmesi, yapılandırmacı yaklaşıma göre düzenlenmiş bilgisayar simülasyonu ile öğretim faaliyetlerinin öğrenmede ve anlamada etkililiğinin incelenmesi	Yarı deneysel	5,6,7,8. sınıf öğrencileri (n=296)	Öğrencilerin gaz taneciklerinin boyut, ağırlık, hareket ve boşlukta kinetik dağılımı hakkında yanlış anlamalara sahip olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının giderilmesinde ve tanecikli yapının öğrenilmesinde bilgisayar simülasyonlarının etkili olduğu sonucuna varılmıştır.	Simülasyonlarla gerçekleştirilen öğretim öğrencilerin kavram yanılgılarını düzeltmede çok etkili bir araç olduğu için, öğrencilerde tanecikli yapıya ilişkin doğru bakış açısı oluşturulabilmesi açısından ve gaz kavramının açıklanmasında simülasyonlar kullanılabilir.
Small (2005)	Birinci sınıf fizik öğrencilerinin atmosfer basıncı hakkında görüşlerinin belirlenmesi	Özel durum çalışması	Üniversite öğrencileri (n=7)	Atmosfer basıncı, kinetik teori ve basınç konularında anlamlı öğrenmenin gerçekleşmemiş olduğu görülmüştür.	Öğretmenler ve program tasarımcıları öğrencilerin fen sınıflarında, kendilerini ve arkadaşlarını değerlendirebileceği öğrenme ortamları oluşturmalıdır.
Nakiboğlu ve Özkılıç-Arık (2006)	Öğrencilerin gazlar ile ilgili kavram yanılgılarının V-diyagramları kullanılarak araştırılması	Özel durum alışıması	4. sınıf öğrencileri (n= 20)	Öğrencilerin gazlar ile ilgili kavram yanılgılarının olduğu, hava ve gaz kavramlarını birbirlerinin yerine kullandıkları ve arasındaki farkı tam bilmedikleri, V-diyagramı kullanımının öğrencilerin deneye katılmalarını ve öğretilen konu hakkında düşüncelerini sağladığı tespit edilmiştir.	4. sınıf seviyesinde gazlar konusunun öğretilmesinde dikkatli olunmalı, öğrencilerin zihinsel gelişimleri somuttan soyuta doğru geçiş aşamasında olduğundan, daha somut öğrenme yaşantıları sağlanmalıdır. Konunun öğretiminde modeller, şekiller ve hazırlanan kavram haritaları, kavramları ve kavramlar arası ilişkilerin daha iyi yapılandırılmasını sağlayacaktır.

Tablo 2'nin devamı

Chiu (2007)	Taiwan' da farklı seviyelerde eğitim gören öğrencilerin gaz tanecikleri konusunda ve diğer bazı kimya konularına dair sahip oldukları zihinsel modellerin ve kavramsal öğrenmelerinin ortaya çıkarılması	Tarama	İlkokul öğrencileri (n=3.608) Ortaokul öğrencileri (n=6.989) Lise öğrencileri (n=2.934)	İlkokul öğrencilerinin gazlar konusu ve diğer konulara ilişkin daha sezgisel cevaplar verdiği, ortaokul ve ortaöğretim öğrencilerinin benzer kavramsal anlayışa sahip olduğu, öğrencilerin bilimsel bilgilerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir.	Nitelikli bir fen eğitimi için araçlar ve stratejiler geliştirilmelidir. Kimya kavramlarını öğretirken analogiler, fiziksel modeller, simülasyonlar kullanılmalı, öğrencilerin kavramlara yönelik doğru zihinsel modellere sahip olmaları sağlanmalıdır.
Yeşiloğlu (2007)	Geleneksel öğretime kıyasla bilimsel tartışma yöntemi ile öğretimin, öğrencilerin gazlar konusunda kavramsal anlamalarına, başarılarına, kimyaya yönelik tutumlarına ve bilimin doğası ile ilgili anlayışlarına etkisinin incelenmesi	Yarı deneysel	10. sınıf öğrenciler (n=54)	Bilimsel tartışma odaklı öğretim metodunun geleneksel öğretim metoduna kıyasla öğrencilerin algoritmik problem çözme başarısını, anlama düzeylerini, bilimin doğası ile ilgili anlayışlarını daha olumlu etkilediği ortaya çıkmıştır. Kimyaya yönelik tutumda ise anlamlı bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir.	Bilimin doğası ile ilgili anlayışları geliştirmede farklı öğretim yaklaşımları kullanılabilir. Bilimsel tartışma odaklı öğretim metodu orta öğretimin diğer sınıflarında ve ilköğretimin farklı sınıflarında uygulanabilir.
Abdullah ve Shariff (2008)	Araştırma temelli bilgisayar simülasyonları kullanılarak, homojen ve heterojen yetenek özelliklerine sahip gruplarda işbirlikçi öğrenme metodunun, gaz yasalarına ilişkin kavramsal anlama ve bilimsel düşünme becerileri üzerine etkisinin araştırılması	Yarı deneysel	Ortaöğretim Öğrencileri (n=301)	Bilgisayar simülasyonlarının kullanıldığı heterojen özelliklere sahip gruplarda, kavramsal anlamının ve bilimsel düşünmenin arttığı gözlenmiştir. Başarı açısından; heterojen işbirlikçi öğrenme grubunun, homojen işbirliği grubuna ve kontrol gurubuna kıyasla daha başarılı olduğu belirlenmiştir.	Çalışma sonuçlarına göre; öğretimden maksimum verim alabilmek için işbirliğine dayalı öğrenme gruplarının heterojen kabiliyetli öğrencilerden seçilerek oluşturulması önerilmektedir.

Tablo 2'nin devamı

Çermik (2008)	Gazlar konusunda öğrencilerin anlama düzeyinin tespit edilmesi	Tarama	10. sınıf öğrenciler (n=186)	Ünitedeki konulardan en çok anlaşılana; gaz kanunlarıdır. Kinetik teorideki başarılarının da oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Gaz karışımları başarı seviyesinin en düşük olduğu, ideal gaz ise en yüksek olduğu konu olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin sıvı – buhar basıncı konusuyla ilgili de düşük başarıya sahip oldukları belirlenmiştir.	Öğrencilerin başarılarının ve kavrama düzeylerinin düşük olduğu gaz konularına uygun olarak günlük hayat ilişkilendirmelerine ağırlık verilmelidir. Öğrencilere konuyla ilgili daha fazla kaynak sağlanması ve bol alıştırtma çözülmesi önerilmektedir.
Çetin (2009)	Bilgisayar animasyonları ile desteklenmiş kavramsal değişim yaklaşımına dayalı öğretimin, öğrencilerin gazlar konusunu anlamalarına, başarılarına, hatırlamalarına ve kimyaya karşı tutumlarına etkisinin geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırarak incelenmesi	Yarı deneysel	10. sınıf öğrenciler (n=67)	Animasyon destekli kavramsal değişim yaklaşımının öğrencilerin gazlar konusunu anlamalarında, başarılarında, hatırlamalarında, olumlu tutum geliştirmede daha etkili olduğu belirlenmiştir.	Kimya eğitimine karşı tutumları geliştirmede, gaz kavramlarında başarılı olmada ve anlamada, öğrencilerin yanlış anlamalarını düzeltmede problem tabanlı öğretim, İşbirliğine dayalı öğrenme gibi farklı stratejiler kullanılması gerektiği önerilmektedir.
Demirer (2009)	Gazlar konusunda, Laboratuvar Temelli (LTÖ), Bilgisayar Destekli (BDÖ) ve Geleneksel öğretim yöntemlerinin, öğrencilerin akademik başarısına, kavram yanılgılarının giderilme düzeyine ve kimya tutumlarına etkisinin araştırılması	Deneysel	10. sınıf öğrenciler (n=60)	Başarı açısından; BDÖ ve LTÖ aralarında anlamlı fark görülmezken kontrol grubuna kıyasla deney grupları anlamlı şekilde farklılaşmıştır. Kavram yanılgılarının giderilmesi düzeyi açısından en etkili grup LTÖ oluşmuştur. Öğrencilerin tutumlarında anlamlı bir değişiklik olmamıştır.	Soyut konuların öğretilmesinde, konulara görsel içerik sağlayacak, öğrencilerin günlük yaşam tecrübeleriyle konular arasında bağlantı kurmalarına yardım edecek etkinlikler düzenlenmelidir.

Tablo 2'nin devamı

Gravel (2009)	Öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ve hava kavramlarıyla ilgili sahip olduğu çoklu temsillerin belirlenmesi	Örnek olay	8. sınıf öğrencileri (n=4)	Öğrencilerin hava kavramına ilişkin çok çeşitli anlayışları olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin fikirlerini almak için kullanılan tanecik modeli daha ileri seviyede düşünüp farklı durumlara da transfer etme olanağı sağladığı görülmüştür. Kullanılan modeller kavramsal değişim gerçekleştirmelerine yardım ettiği görülmüştür.	Öğrencilerin fen kavramlarını daha iyi anlayabilmelerinin bir yolu olarak fene ilişkin düşüncelerini ortaya çıkaracak birden fazla yol ve yöntem kullanılmalıdır. Kavramların öğrenilebilmesi için modellerin kullanılması gerektiği önerilmektedir.
Birinci-Konur ve Ayas (2010)	Sınıf öğretmeni adaylarının gazlarda sıcaklık-hacim-basınç ilişkisini anlama seviyelerinin ve güncel hayattaki örnekleri bu konuyla ne derece ilişkilendirebildiklerinin tespit edilmesi	Örnek olay	Sınıf Öğretmeni adayları (n=80)	Öğretmen adaylarının sıcaklık-hacim-basınç ilişkisini yeterli düzeyde anlayamadıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adayları gazların belirtilen özellikleri arasındaki ilişkiyi anlamakta zorlandıkları ve yanlışlara sahip oldukları ortaya çıkmıştır.	Konunun öğretiminde, öğretmen adaylarının kavramları zihinlerde daha iyi yapılandırmasına imkan verecek şekilde günlük hayattan örnekler sunulması ve kavramlarla günlük hayat örneklerinin ilişkilendirerek sunulması gerektiği önerilmektedir.
Daldal (2010)	Gazlar konusunun öğretilmesinde bilgisayar destekli eğitime dayalı olarak hazırlanan öğretim materyalinin, öğrencilerin akademik başarısı üzerine etkisinin belirlenmesi	DeneySEL	Kimya ve fizik öğretmen adayları (n=59)	BDÖ ile geleneksel yaklaşımın uygulandığı deney ve kontrol grubu öğrencilerinin "Gazlar" konusundaki akademik başarıları arasında anlamlı farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.	Gazlar konusunun öğretiminde, anlatım yönteminin görsellerle, çeşitli araç-gereçler kullanılarak uygulanmasının daha etkili olabileceği önerilmektedir.

Tablo 2'nin devamı

Yıldırım (2010)	Sınıf öğretmeni adaylarının gazlar konusundaki kavram yanılgılarının tespit edilmesini ve bilgi düzeylerinin incelenmesi	Tarama	Sınıf öğretmen adayları (n=90)	Öğretmen adaylarının gazlar konusundaki kavramlara yönelik çeşitli yanılgılara sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının gazlar konusu kavramlarının anlaşılma düzeylerinin düşük olduğu belirlenmiştir.	Öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılgılarının sebepleri araştırılmalıdır. Öğrencilerin bazı konularda genellemeler yapıp hataya düştükleri görüldüğünden dersin öğreticisi konu ile ilgili yeterince örnekler verip istisnai durumları belirtmelidir. Gazlar konusunun öğretilmesi için kavramsal değişim, analogi, bilgisayar destekli öğretim yöntemleri kullanılarak öğrencilerin konuyu daha iyi öğrenmeleri sağlanabilir.
Tüzün (2010)	Düşünce deneyleri esas alınıp bilimsel tahmin argümanlarıyla desteklenen bir öğretim dizini oluşturulması ve bu sürecin öğrencilerin gazlar konusunu anlamalarındaki etkisinin nitel olarak saptanması	Örnek olay	11. sınıf öğrenciler (n=18)	Kullanılan yöntem neticesinde sayısal derslere ilgisi az olan, öğrenim gücünü yaşayan, dikkat eksikliği olan ve derse uyum sağlayamayan öğrencilerde; derse karşı pozitif tutum geliştiği ve başarının önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir.	Bir konu simülasyonlarla öğretildikten sonra devamında öğrenme durumunu sınamak için düşünce deneylerine başvurulabileceği önerilmektedir.
Yalçınkaya (2010)	Kavramsal değişim koşulları göz önünde bulundurulmuş örnek olaya dayalı öğrenme yönteminin, 10. sınıf öğrencilerinin gaz kavramlarıyla ilgili kavram yanılgılarını gidermeye etkisinin incelenmesi	Yarı deneysel	10. sınıf öğrenciler (n=128)	Örnek olaya dayalı öğrenme modelinin gazlarla ilgili kavram yanılgılarını gidermede geleneksel yöntemden daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.	Örnek olaya dayalı öğrenme yönteminin etkililiği diğer fen kavramlarına yönelik olarak ya da diğer disiplinlerdeki konulara yönelik olarak araştırılabilir.

Tablo 2'nin devamı

Liang ve diğeri (2011)	Öğrencilerin gaz taneciklerinin davranışlarına ilişkin fikirlerinin ve öğretmenlerin öğrencilerin performanslarına dair tahminlerinin incelemesi	Tarama	8. ve 9. sınıf öğrenciler (n=194) Öğretmen (n=31)	Öğrencilerin gaz basıncıyla ilgili soruları cevaplarken tutarlı bir model kullanmadıkları, gaz taneciklerinin birleşimi, yapısı ve dağılımı esnasındaki hareketlerini anlamada zorlandıklarını, öğretmenlerin ise öğrencilerinin gaz taneciklerinin davranışlarına yönelik anlamalarını tahmin edemedikleri ortaya çıkmıştır.	Öğrencilerin neden tutarsız modeller sergiledikleri araştırılmalı ve onların zihinlerinde doğru ve tutarlı bir model oluşturmalarına yardım edilmelidir. Tanecik düzeyindeki kavramların öğretiminde, derslerde modellere yer verilmelidir.
Yavuz ve Çelik (2013)	Sınıf öğretmenliği lisans programında öğrenim gören 1. sınıf öğrencilerinin gazlar konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarının giderilmesine ve kimya dersine karşı olumlu tutum azanmalarına Tahmin-Gözlem-Açıklama tekniğinin etkisinin belirlenmesi	Yarı deneysel	Sınıf öğretmen adayı (n=60)	Öğretmen adaylarının gazlar konusunda çok sayıda kavram yanılgısına sahip olduğu, TGA tekniğinin öğrencilerin kavramları daha iyi öğrenmesine yardımcı olduğu, öğrenci başarısı ve tutumları üzerinde deney grubu lehinde anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir.	TGA öğretim etkinlikleri kullanılarak öğrencilerin kavram yanılgılarının düzeltilmesinde olumlu sonuçlar elde edildiğinden sınıf öğretmenlerine ve araştırmacılara kullanmaları önerilmektedir.
Demirel (2015)	Kavramsal değişim metinlerinin ortaöğretim öğrencilerinin, gazlar konusunda, kavramsal değişimleri ve kimya dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisinin araştırılması	Yarı deneysel	10. sınıf öğrencileri (n=84)	Kavramsal değişim yaklaşımı ders aktivitesi ve kavram öğretimi yönünden geleneksel öğretime nazaran daha başarılıdır. Pozitif tutum geliştirmelerine olanak sağlamıştır.	Ders içi etkinliklerde sorular kavram yanılgılarını ortaya çıkaracak nitelikte sorulmalıdır. Kavramsal değişim metinleri çelişkileri düzelterek görselleri ve örnekleri içermelidir.
Gülçek (2015)	Akran öğretimi yönteminin öğretmen adaylarının ideal gazlar konusundaki fen başarısına etkisinin incelenmesi	Yarı Deneysel	Fen Bilgisi ve Sınıf öğretmen adayı (n=128)	Akran öğretimi yönteminin öğretmen adaylarının gazlar konusundaki fen başarılarını arttırdığı ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.	Üniversitelerin öğretmen yetiştiren programlarında akran öğretimi yöntemine yönelik eğitim verilmelidir.

Tablo 2’de yer alan çalışmalar literatürde karşılaşılan, gazlar ünitesine ilişkin gerçekleştirilen çalışmaların bir kısmını içermektedir. Bu çalışmalar amaçları açısından analiz edildiklerinde şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Gazlar konusundaki kavram yanılgılarını tespit etmek ve bilgi düzeylerini incelemek (Birinci-Konur ve Ayas, 2010; Chiu, 2007; Çermik, 2008; Gravel, 2009; Yıldırım 2010), gaz taneciklerinin davranışlarına ilişkin öğrenci görüşlerini belirlemek (Liang, Chou ve Chiu, 2011; Small, 2005), seçilen bir öğretim yönteminin veya tekniğinin farklı değişkenler üzerinde etkililiğini araştırmak (Abdullah ve Shariff, 2008; Daldal, 2010; Demirel, 2015; Demirer, 2009; Gülçek, 2015; Nakiboğlu ve Özkılıç-Arık, 2006; Tüzün, 2010; Yalçinkaya, 2010; Yavuz ve Çelik, 2013; Yeşiloğlu, 2007) amacıyla yapılan çalışmaların olduğu görülmektedir. Seçilen yöntemin gazlar konusunda başarı üzerinde etkisini tespit etmek amacıyla (Daldal, 2010; Demirer, 2009; Gülçek, 2015; Yeşiloğlu, 2007), gazlar konusunda tutum üzerinde etkisini tespit etmek amacıyla (Demirel, 2015; Demirer, 2009; Yavuz ve Çelik, 2013; Yeşiloğlu, 2007) çalışmaların gerçekleştirildiği görülmektedir.

Tablo 2’de yer alan çalışmalar yöntemleri açısından incelenecek olursa; yarı deneysel araştırma yapılan çalışmalar (Abdullah ve Shariff, 2008; Çetin, 2009; Daldal, 2010; Demirel, 2015; Demirer, 2009; Gülçek, 2015; Hwang ve Chiu, 2004; Yalçinkaya, 2010; Yavuz ve Çelik, 2013; Yeşiloğlu, 2007), özel durum çalışması olarak yürütülen çalışmalar (Nakiboğlu ve Özkılıç-Arık, 2006; Small, 2005), tarama yöntemiyle yapılan çalışmalar (Chiu, 2007; Çermik, 2008; Liang vd., 2011; Yıldırım, 2010;), örnek olay yöntemiyle yapılan araştırmalar (Birinci-Konur ve Ayas, 2010; Gravel, 2009; Tüzün, 2010) karşımıza çıkmaktadır. Bunlar arasında gazlar konusunun öğretiminde genel itibariyle yarı deneysel yöntemin kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 2’de yer alan çalışmalar örneklem grupları açısından incelendiğinde, araştırmaların çoğunluğunu ortaöğretim seviyesindeki bireylerle yürütülen çalışmalar oluşturmaktadır. Bu örneklem gruplarını şu şekilde sıralamak mümkündür; ilköğretim öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Gravel, 2009; Hwang ve Chiu, 2004; Nakiboğlu ve Özkılıç-Arık, 2006), ortaöğretim öğrencilerinin örneklem olarak belirlendiği çalışmalar (Abdullah ve Shariff, 2008; Çermik, 2008; Çetin, 2009; Demirel, 2015; Demirer, 2009; Tüzün, 2010; Yalçinkaya, 2010; Yeşiloğlu, 2007), lisans öğrencilerinin örneklem grubu olarak belirlendiği çalışmalardır (Birinci-Konur ve Ayas, 2010; Daldal, 2010; Gülçek, 2015; Small, 2005; Yavuz ve Çelik, 2013; Yıldırım, 2010). Bu çalışmaların yanında, Liang ve diğerleri (2011) tarafından sekizinci, dokuzuncu sınıf öğrencileri ve öğretmenlerle beraber olarak yürütülen çalışma, Chiu (2007) tarafından ilkök, ortaokul ve ortaöğretim öğrencileriyle birlikte yürütülen geniş kapsamlı bir çalışma karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmalara genel olarak bakıldığında gazlar konusunun farklı yöntem ve teknikler kullanılarak ortaöğretim öğrencileriyle yürütüldüğü görülmektedir.

Tablo 2'de yer alan çalışmalar sonuçları açısından incelenecek olursa; öğrencilerin gazların tanecikli yapısını anlamakta zorluk çektikleri (Hwang ve Chiu, 2004; Small, 2005) ve farklı yaş seviyelerindeki öğrencilerin, gazlara ilişkin kavramlarda yanılığlara sahip olduğu yapılan birçok çalışmayla ortaya konmuştur (Birinci-Konur ve Ayas, 2010; Chiu, 2007; Liang vd., 2011; Nakiboğlu ve Özkılıç-Arık, 2006; Yavuz ve Çelik, 2013; Yıldırım, 2010). Gazlar konusunda laboratuvar temelli öğretimin, bilgisayar destekli öğretimden daha etkili olduğu (Demirer, 2009), bilimsel tartışma odaklı öğretim metodunun geleneksel öğretim metoduna göre daha etkili (Yeşiloğlu, 2007), kavramsal değişim yaklaşımının (Çetin, 2009), bilimsel tahmin argümanlarının (Tüzün, 2010), örnek olaya dayalı öğrenme modeli (Yalçinkaya, 2010), TGA tekniğinin (Yavuz ve Çelik, 2013), kavramsal değişim metinlerinin (Demirel, 2015), Bilgisayar simülasyonlarıyla gerçekleştirilen öğretimin (Hwang ve Chiu, 2004; Abdullah ve Shariff, 2008) farklı değişkenler açısından bakıldığında gazlar konusu üzerinde olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Başarı açısından bilgisayar destekli öğretimin (Daldal, 2010) ve akran öğretimi yönteminin (Gülçek, 2015) geleneksel yöntemle kıyasla başarı açısından anlamlı bir fark görülmemiştir. Tutum açısından bilimsel tartışma odaklı öğretimin (Yeşiloğlu, 2007), bilgisayar destekli öğretimin ve laboratuvar temelli öğretimin geleneksel öğretim metoduna göre istatistiksel açıdan anlamlı bir fark oluşturmadığı (Demirer, 2009), örnek olaya dayalı öğrenme modelinin (Yalçinkaya, 2010), kavramsal değişim yaklaşımının (Çetin, 2009) olumlu tutum geliştirmede geleneksel yöntemle kıyasla daha etkili olduğu, düşünce deneyleri esas alınıp bilimsel tahmin argümanlarıyla yapılan öğretimin (Tüzün, 2010), tahmin-gözlem-açıklama tekniğinin (Yavuz ve Çelik, 2013) olumlu tutum geliştirmede etkili olduğunun tespit edilmiştir.

Tablo 2'de yer alan çalışmalar önerileri açısından incelenecek olursa; gazlar konusu işlenirken kullanılacak yöntem ve tekniklere ilişkin öneriler bulunmaktadır (Abdullah ve Shariff, 2008; Çermik, 2008; Çetin, 2009; Demirer, 2009; Yalçinkaya, 2010; Yıldırım, 2010; Yavuz ve Çelik, 2013). Bunun yanında gazlar konusunun öğretiminde modeller, şekiller ve hazırlanan kavram haritaları, tanecikli yapıya, kavramları ve kavramlar arası ilişkilerin daha iyi yapılandırılmasını sağlayacağına dair öneriler bulunmaktadır (Birinci-Konur ve Ayas, 2010; Chiu, 2007; Daldal, 2010; Demirel, 2015; Hwang ve Chiu, 2004; Liang vd., 2011; Nakiboğlu ve Özkılıç-Arık, 2006; Tüzün, 2010). Gazlar konusunun öğretiminde bir yöntemin nasıl kullanılacağına yönelik önerilerin bulunduğu (Abdullah ve Shariff, 2008; Hwang ve Chiu, 2004) çalışmaların olduğu görülmektedir. Modelle aktiviteler gaz taneciklerine ilişkin tutarlı zihinsel model oluşturulabilmesine yardımcı olabilir (Chiu, 2007). Bir konu simülasyonlarla öğretildikten sonra devamında öğrenme durumunu sınamak için düşünce

deneilerine başvurulabilir (Tüzün, 2010). Genel itibariyle bakıldığında gazlar konusunun öğretiminde günlük hayatla ilişkilendirerek örneklerin verilmesi gerektiği önerilmektedir. Bununla beraber, gazlar konusunda öğretilecek kavramlara ilişkin oluşabilecek yanlışların önlenmesi ya da var olan yanlışların giderilmesine yönelik tanecik düzeyinde öğretimi mümkün kılan model türlerinin kullanılması gerektiğine yönelik önerilerin olduğu görülmektedir.

2. 2. Literatür Taramasının Sonucu

Modellere ilişkin literatür taraması sonucu sunulan tablolar incelendiğinde öğrencilerin soyut nitelikteki kavramları, somutlaştırma yoluna giderek öğrenebileceği anlaşılmaktadır. Öğrencilerin günlük hayatta sıklıkla karşılaşılan durumları, derste öğrendiği kavramlarla ilişkilendiremediği görülmektedir. Bu durum ilkokuldan üniversiteye kadar, hemen her öğrenim seviyesinde görülebilmektedir. Gerek yurt içi gerekse de yurt dışında yapılan çalışmalar göstermektedir ki, öğrencilerin uygun materyaller kullanarak, günlük hayatla ilişkilendirerek öğrenebildiği ve bu süreçte rehber niteliğindeki öğretmenlerin dersin niteliğine uygun en iyi yöntem ve teknikleri kullanmasıyla başarılı sonuçlar alınabilmektedir. İncelenen çalışmalarda; modellerle öğretim sürecinin öğrencilerin anlama düzeylerini ve başarıyı artırdığı (Koçak, 2006; Türker 2011), öğrenmeye karşı motivasyonu olumlu etkilediği (Ekiz, 2015; Türker 2011), bunun yanında yanlışların giderilmesinde de etkili olduğu (Burkaz, 2012) ifade edilmektedir. Modellerin soyut kavramları somutlaştırmaya yardımcı olduğu, ancak öğrencilerin ellerinde bulunan kaynaklarda anlaşılması güç kavramlara yönelik yeteri kadar model bulunmadığı ifade edilmektedir (Günbatır ve Sarı, 2005). Bunun yanında modellerin birçok konu için de etkililiğinin değerlendirilmesi gerektiği (Arslan, 2013) önerisi dikkate alınarak, bu çalışmada gazlar konusunun, modellerle öğretilmesinin öğrencilerin konuyu anlama düzeyleri üzerine etkisinin araştırılması düşünülmüştür.

Gazlar ünitesine ilişkin yapılan çalışmalar genel olarak incelendiğinde, yapısı itibariyle soyut nitelik taşıyan gazlar ünitesinin öğretiminde, öğrencilerin zihinlerinde canlandırmalarına olanak sağlayacak yöntem ve tekniklerin kullanılmasıyla beraber öğrenme sürecinde daha anlamlı ve daha kalıcı öğrenmelerin sağlandığı görülmektedir. Bu amaç doğrultusunda, derslerde özellikle tanecik düzeyine yönelik modelleri kullanmanın (Liang vd., 2011) uygun olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca bazı çalışmalarda, şekiller, levhalar, simülasyonlar ve benzeri modellerin, kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin daha iyi yapılandırılmasını sağlayacağı (Nakiboğlu ve Özkılıç-Arık, 2006) vurgulanmaktadır. Aynı zamanda bazı çalışmalarda analogiler, fiziksel modeller ve teknoloji temelli eğitim gibi

aktivitelerin, öğrencilerin zihinsel modellerinin anlamlı şekilde oluşturulabilmesine yardımcı olacağı da (Chiu, 2007) ifade edilmektedir.

Gazlarla ilgili literatüre bakıldığında; gazlar konusunun öğretiminde çeşitli yöntem ve tekniklerin etkililiğinin araştırıldığı ancak bunlar arasından en çok bilgisayar destekli öğretim ya da animasyon ve simülasyonlara ağırlık verildiği görülmektedir (Abdullah ve Shariff, 2008; Çetin, 2009; Daldal, 2010; Demirer, 2009; Hwang ve Chiu, 2004). Gazlar konusunun soyut yapısı düşünüldüğünde, bu çalışmalarda öğrenciler için kavramları somut hale getirme gayreti açıkça görülmektedir. Ayrıca bu çalışmaların çoğunda da öğrencilerin anlama düzeylerinin ve başarılarının arttığı, bilgisayar kullanılarak, animasyon ve simülasyonlar kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin öğrenmeye olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Nitekim, farklı öğretim yöntemlerinin etkililiğinin araştırıldığı başka çalışmalarda da; gazlar konusunun soyut yapısı nedeniyle konunun öğretiminde görsellere yer verilmesi, fiziksel modellerin veya animasyonların kullanılmasının öğrencilerin anlama düzeylerine olumlu katkı sağlayacağı önerilmiştir (Chiu, 2007; Daldal, 2010). Ayrıca çalışmalar incelendiğinde, model türlerinden bazılarının (simülasyonlar, animasyonlar) tek başına kullanıldığı çalışmalar olsa da, çeşitli modellerin gazlar ünitesinin öğretiminde kullanıldığı ve etkililiğinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Literatürdeki belirtilen çalışmaların sonuçları ve önerileri dikkate alınarak, gazlar konusunun doğasına uygun şekilde bu çalışmada da konunun modeller aracılığıyla öğretilmesinin öğrencilerin akademik başarıları ve kimya dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisinin araştırılmasına karar verilmiştir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada, modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki akademik başarılarına ve kimya dersine yönelik tutumlarına etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Bu bölümde, araştırmanın yöntemi, örnekleme, veri toplama araçları, kullanılan öğretim materyallerinin geliştirilme süreci, geliştirilen materyallerin içeriği ve elde edilen verilerin analiz edilmesi ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmektedir.

3. 1. Araştırmanın Modeli

Bir araştırmacı için en önemli adım hedefine nasıl ulaşacağını iyi belirlemesidir. Hedefine ulaşmak ve problemi çözmek için, araştırmacının seçeceği yöntem ve atacağı adımları ayrıntılı olarak planlaması gerekmektedir. Seçilecek yöntemin hedefine uygun olması araştırmacı için son derece önemlidir (Balci, 2001; Karasar, 1998). Araştırmanın önemli bir adımı olan yöntemin belirlenmesi, konu ve amaca göre değişiklik gösterebilmektedir.

Özellikle yapılan bir uygulamanın etkililiğinin araştırıldığı çalışmalarda, verileri neden sonuç ilişkisi içinde sunabilmek amacıyla deneysel yöntemler tercih edilmektedir. Bu yöneme göre deney ve kontrol grubu veya grupları belirlenir, ön test ve son testler kullanılarak deney grubunda yapılan müdahalenin etkililiği belirlenir (Karasar, 2003). Deneysel yöntemlerin farklı türleri bulunmakta olup, sosyal ve beşeri bilimler içerisinde en sık kullanılanı yarı deneysel yöntemdir (Çepni, 2010). Yarı deneysel ve tam deneysel yöntem arasındaki en belirgin fark; tam deneysel yöntemde grupların oluşturulmasının rastgele gerçekleştirilmesi, yarı deneysel yöntemde ise zaten mevcut gruplar içerisinde, birbirine eşdeğer iki grubun deney ve kontrol grubu olarak belirlenmesi söz konusudur. Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda eğitim ve öğretimin belli bir plan ve program dâhilinde yürütülmesi sebebiyle, aynı eğitim düzeyindeki öğrenciler eğitim-öğretim yılının başında seviyelerine veya çeşitli özelliklerine göre şubelendirilmektedirler. Bu durumun araştırmacıların tam deneysel yöntemi kullanarak çalışma yürütmelerine engel olduğu söylenebilir. Yarı deneysel çalışmalarda oluşturulan gruplar, rastgele seçimden farklı yollarla oluşturulmaktadır (Campbell ve Stanley, 1963). Bu sebeple eğitim araştırmacıları deneysel çalışmalara alternatif olan yarı deneysel çalışmaları daha çok tercih etmektedir (Ekiz, 2003).

Bu çalışmada, modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki akademik başarılarına ve kimya dersine yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması amacıyla yarı deneysel (quasi-experimental design) yöntem kullanılmıştır.

Çalışma, Trabzon ilinde bulunan bir ortaöğretim kurumunun 11. sınıf öğrencileriyle birlikte yürütülmüştür. Çalışmada yer alan deney ve kontrol grupları belirtilen okulda 11. sınıfta öğrenim gören iki şubedir. Tezin konusu olan uygulamalar yapılmadan bir ay öncesinde belirtilen okula gidilmiş ve ön bilgi ve hazır bulunuşluk açısından birbirine eşdeğer olabilecek şubeleri belirleyebilmek amacıyla 11. sınıfta öğrenim gören çeşitli şubelerdeki öğrencilere ön test uygulanmıştır. Gazlar ünitesindeki başarıları ve kimya dersine yönelik tutumları açısından eşdeğer olan iki şubedeki öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Ön test sonuçları dikkate alınarak öğretim öncesinde üniteyle ilgili ön bilgilerinin ve kimya dersine yönelik tutumlarının eşdeğer olduğu tespit edilen 11/A şubesi deney, 11C şubesi ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

3. 2. Deney Deseni

Çalışmanın deney deseni Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'te görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarında takip edilen işlemler öncesi ve sonrasında, gruplara Gazlar Başarı Testi (GBT) ve Kimya Dersi Tutum Ölçeği (KDTÖ) uygulanmıştır. Veri toplama araçlarına ilişkin ayrıntılı bilgiler, veri toplama araçları başlığı altında verilmiştir.

Deney grubunda uygulamalar sırasında gazlar ünitesinin öğretimi modeller kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise öğretime müdahale edilmemiş, öğretmen bu ünitenin öğretiminde her zaman nasıl bir süreç izliyorsa, ünitenin öğretimini aynı şekilde yürütmüştür.

Tablo 3. Deney Deseni

Grup	Ön Ölçüm	Takip Edilen İşlemler	Son Ölçüm
Deney Grubu	GBT, KDTÖ	Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olarak tasarlanmış model tabanlı öğretim süreci	GBT, KDTÖ
Kontrol Grubu	GBT, KDTÖ	Müdahale yok. Öğretmen daha önceki yıllarda bu ünitenin öğretiminde hangi faaliyetleri gerçekleştiriyorsa, aynıısını gerçekleştirdiği öğretim süreci	GBT, KDTÖ

3. 3. Araştırmanın Örneklemi

Bu çalışma, 2015-2016 eğitim öğretim yılı bahar yarıyılında Trabzon ilinde bir ortaöğretim kurumunun 11. sınıf öğrencileriyle birlikte yürütülmüştür. Çalışmanın deney grubunu 11/A şubesi ve kontrol grubunu ise 11/C şubesi öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışma toplam 62 öğrenciyle yürütülmüştür. Çalışmanın deney grubunu 30, kontrol grubunu ise 32 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmanın örnekleminin, deney ve kontrol gruplarına göre dağılımları cinsiyete göre Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Araştırmanın Örneklemi

GRUPLAR	CİNSİYET					
	BAYAN		BAY		TOPLAM	
	N	%	N	%	N	%
DENEY GRUBU	18	60	12	40	30	100
KONTROL GRUBU	17	53	15	47	32	100

Yüzdeler hesaplanırken virgülden sonraki basamaklar dikkate alınmamıştır

3. 4. Değişkenler

İkiden fazla farklı değer alabilen ya da değeri diğer faktörlerden etkilenebilen niteliğe değişken ismi verilir (Çepni 2009). Değişken kavramı araştırmalarda oldukça önemli bir kavramdır. Değişkenler neden sonuç ilişkisi içerisinde incelendiğinde, bağımlı ve bağımsız değişkenler olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar (Büyüköztürk, 2010). Deneysel araştırmalarda genellikle bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi incelenmektedir (Raune, 2005). Bağımlı değişken, araştırmada açıklanması istenilen durum veya bağımsız değişkene bağlı olarak ortaya çıkan sonuç mahiyetindeki değişkendir. Bağımsız değişken ise bağımlı değişkeni etkileyen, çalışılan durum üzerinde neden durumunda olan değişkendir (Singh, 2007). Bu bağlamda çalışmada yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenler aşağıda verilmiştir.

3. 4. 1. Bağımsız Değişkenler

Bu araştırmada deney ve kontrol gruplarında gazlar ünitesinin öğretimi sürecinde izlenen yol araştırmanın bağımsız değişkenidir. Bu bağlamda, deney grubunda uygulamalar sırasında gazlar ünitesinin öğretimi modeller kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise öğretime müdahale edilmemiş, öğretmen bu ünitenin öğretiminde her zaman nasıl bir süreç izliyorsa, ünitenin öğretimini aynı şekilde yürütmüştür.

3. 4. 2. Bağımlı Değişkenler

Bu çalışmada, deney ve kontrol grubunda gazlar ünitesinin öğretiminde farklı öğretim süreçleri kullanılmasına bağlı olarak, öğrencilerin üniteyle ilgili başarı ve tutumlarının değişmesi beklenmektedir. Araştırmanın bağımlı değişkenleri; öğrencilerin gazlar ünitesindeki başarıları ve kimya dersine yönelik tutumlarıdır. Çalışmada birinci bağımlı değişkenin Gazlar Başarı Testi (GBT), ikinci bağımlı değişkenin ise Kimya Dersi Tutum Ölçeği (KDTÖ) kullanılarak ölçülmesi planlanmıştır.

3. 5. Çalışmanın Uygulama Süreci

Deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen uygulamaların tarih ve uygulama süresine ilişkin ayrıntılı bilgi Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 5. Deney ve Kontrol Gruplarında Gerçekleştirilen Öğretim Süreçleri

Konu	Uygulama Grubu	Uygulama Süresi
Gaz Basıncının Ölçülmesi, Atmosfer Basıncı, Manometreler, Hacim Ölçülmesi	Deney grubu	40+40 dakika
	Kontrol grubu	40+40 dakika
Avogadro Yasası, Boyle Yasası, Charles Yasası	Deney grubu	40+40 dakika
	Kontrol grubu	40+40 dakika
Avogadro Yasası Hacim Miktar İlişkisi	Deney grubu	40+40 dakika
	Kontrol grubu	40+40 dakika
İdeal Gaz Denklemi, İdeal Gaz Yasasının Uygulamaları	Deney grubu	40+40 dakika
	Kontrol grubu	40+40 dakika
İdeal Gaz Denklemi, İdeal Gaz Yasasının Uygulamaları, Mol Kütlesinin Hesaplanması	Deney grubu	40+40 dakika
	Kontrol grubu	40+40 dakika
Gazların Kinetik Teorisi, Graham Difüzyon Yasası, Gaz Efüzyonu	Deney grubu	40+40 dakika
	Kontrol grubu	40+40 dakika

Tablo 6'nın devamı

Gazların Kinetik Teorisi, Graham Difüzyon Yasası, Gaz Efüzyonu	Deney grubu	40+40 dakika
	Kontrol grubu	40+40 dakika
İdeal Gazdan Sapmalar, Gaz Buhar Ve Kritik Sıcaklık, Faz Diyagramları, Soğutma Sistemleri	Deney grubu	40+40 dakika
	Kontrol grubu	40+40 dakika
Günlük Hayatta Gaz Karışımları, Dalton Kısmi Basınçlar Yasası, Mol Kesri	Deney grubu	40+40 dakika
	Kontrol grubu	40+40 dakika
Gazların Su Üstünde Toplanması, Doygun Buhar Basıncı	Deney grubu	40+40 dakika
	Kontrol grubu	40+40 dakika

Tablo 6'da belirtildiği şekilde hem deney hem de kontrol grubunda dersler dersin öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Araştırmacı hem deney hem de kontrol grubundaki tüm derslere katılmıştır. Müdahale edilmeyen ve kontrol grubu olarak belirlenen sınıfta takip edilen dersin planları öğretmenden istenmiş, ancak dersin öğretmenin plan yapmadığını belirtmesi ve “*ders kitabındaki başlıklara göre ve üniversite sınavını dikkate alarak anlatıyorum*” ifadesi üzerine, araştırmacı kontrol grubunda yürütülen derslere katılarak gözlem yapmış ve öğretimin nasıl yürütüldüğüne ilişkin kısa notlar almıştır.

Kontrol grubunda dersler, dersin öğretmenin kendi ifadesine göre, önceki yıllarda da uyguladığı şekilde gerçekleştirilmiştir. Geleneksel olarak nitelendirebilecek kontrol grubu derslerinde öğretmen genellikle aşağıdaki davranışları sergilemiştir:

1. (Eğer ödev verilmişse) Dersin başında, önceki derste verdiği ödevleri kontrol edeceğini hatırlatır (Ödevler öğretim sürecinin dışında kontrol edilmektedir).
2. İşlenecek konu veya konuları belirtir. Konu hakkında ne bildiklerini sorar.
3. Sırasıyla işlenecek konunun başlığını belirtir, tanım ve açıklamaları yapar, daha sonra bunları öğrencilerin defterlerine yazdırır. Tanımlara ilişkin ne bildiklerini öğrenmek için sorular yöneltir.
4. (Eğer konu uygunsa) Konuya ilişkin örnek problemler çözer. Öğrencilerin sorulan soruları çözmelerini bekler. Yeterinde bekledikten sonra soruyu bir öğrencinin tahtada çözmesini ister ve sonra kendi de çözümü açıklar.
5. Dersin sonunda derste öğrenilen konularla ilişkili içinde örnek sorular olan fotokopiler dağıtır ya da kitaptan ödev verir.
6. Gelecek derste işlenecek konuyu söyleyerek, sonraki derse hazırlıklı gelmelerini ister.

Tablo 6'ya ek olarak, deney ve kontrol gruplarında uygulamalara başlanmadan bir hafta öncesinde veri toplama araçları her iki gruba ön test olarak uygulanmıştır. Benzer şekilde her iki grupta da uygulamaların tamamlanmasından bir hafta sonrasında veri toplama araçları her iki gruba bu defa son test olarak uygulanmıştır. Ön ölçüm ve son ölçümlerde kullanılan Gazlar Başarı Testi ve Kimya Dersi Tutum Ölçeğiyle ilgili detaylı bilgi Veri Toplama Araçları başlığı altında verilmiştir.

3. 6. Verilerin Toplanması ve Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçları Gazlar Başarı Testi (GBT) ve Kimya Dersi Tutum Ölçeği (KDTÖ) kullanılmıştır. Araştırma sırasında kullanılan veri toplama araçları hakkında ayrıntılı bilgi aşağıda sunulmaktadır.

3. 6. 1. Gazlar Başarı Testi

Gazlar ünitesinin yapılandırmacı öğrenme kuramı esas alınarak modellerle öğretilmesinin öğrencilerin başarılarına etkisini görebilmek için, Gazlar Başarı Testi (GBT) deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere ön ve son testler olarak uygulanmıştır.

GBT'nin geliştirilme sürecinde öncelikle 11. sınıf kimya dersi kapsamında öğrencilerin edinmeleri gereken kazanımlar 2013 Kimya Dersi Öğretim Programı (Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2013) dikkate alınarak belirlenmiştir. Daha sonra bu kazanımları kapsayacak şekilde kullanılacak başarı testi için bir belirtke tablosu oluşturulmuştur. Belirtke tablosu dikkate alınarak, üniteye yer alan kazanımları ölçen toplam 24 soru araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Sorular oluşturulurken başarı testinde her bir kazanıma ilişkin açıklamalara yönelik soru hazırlanmasına da dikkat edilmiştir. 11.3.4 numaralı kazanımın "*suyun farklı kristal yapılarını gösteren faz diyagramlarına girilmez*" kazanımına ilişkin soru hazırlanmamıştır. Soruların hazırlık sürecinde literatürde yer alan bazı çalışmalardan (Çermik, 2008; Çetin, 2009; Dalda, 2010; Yalçınkaya, 2010; Yeşiloğlu, 2007; Yıldırım, 2010) faydalanılmıştır. Sorulara ilişkin belirtke tablosu Tablo 7'de sunulmuştur. Araştırmacı tarafından geliştirilen test, kimya eğitimi alanında uzman iki öğretim üyesi tarafından incelenmiştir. Uzmanların görüşleri dikkate alınarak teste pilot uygulama öncesindeki son hali verilmiştir. Pilot çalışmada test Trabzon ilinde bulunan bir ortaöğretim kurumunda öğrenim gören 91 on ikinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Pilot çalışma neticesinde, öğrenci cevapları dikkate alınarak madde analizleri yapılmıştır. Madde analizi sonucunda ayırt edicilik indisi düşük olan ve öğrenciler tarafından anlaşılmayan 4 soru testten çıkarılmıştır. Testin son hali 20 sorudan oluşmakta olup öğrencilerin testi bir ders saatinde (40 dk.) cevaplayabildikleri belirlenmiştir. Gazlar Başarı Testi'nin asıl uygulamada kullanılan

son hali Ek 8.1'de verilmiştir. Gazlar Başarı Testi'nin son halinde yer alan soruların kazanımlara göre dağılımı Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Gazlar Başarı Testi'nde Yer Alan Kazanım- Soru Dağılımı

KAZANIM	SORU NO
"11.3.1. Gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerini ve bunların ölçülme yöntemlerini açıklar"	
"a. Basınç ve hacim birimleri (Pa, atm, Torr (mmHg), bar, L, m ³ ; bunların ondalık ast ve üst katları) yanında ölçme yöntemleri kısaca açıklanır. Manometrelerle ilgili hesaplamalara girilmez"	2 ve 5
	7 ve 14
"b. Gazların özelliklerine ilişkin gözlemsel (Boyle ve Charles) yasaları hatırlatılarak Avogadro yasası işlenir"	1
	19
"c. Bilimin doğası temelinde teori ile yasa arasındaki fark irdelenir"	18
"11.3.2. Deneysel yoldan türetilmiş gaz yasaları ile ideal gaz yasası arasında ilişki kurar"	
"a. Boyle, Charles ve Avogadro yasalarından yola çıkılarak ideal gaz denklemi türetilir"	11
"b. İdeal gaz denklemi kullanılarak örnek hesaplamalar yapılır"	15 ve 8
"c. Normal şartlarda gaz hacimleri kütle ve mol sayılarıyla ilişkilendirilir"	13
"ç. Victor-Meyer yöntemi ve gaz kanunları yardımıyla mol kütlesi hesaplama konusu kısaca tanıtılır"	4
"11.3.3. Gaz davranışlarını kinetik teori ile açıklar"	
"a. Kinetik teorinin temel varsayımları kullanılarak Graham difüzyon ve efüzyon yasası türetilir"	3 ve 10
"11.3.4. Gazların sıkışma/genleşme sürecindeki davranışlarını sorgulayarak gerçek gaz-ideal gaz ayrımı yapar"	
"a. Gerçek gazların hangi durumlarda ideallikten saptığı irdelenir"	16
"b. Karbondioksitin ve suyun faz diyagramı açıklanarak buhar ve gaz kavramları arasındaki fark vurgulanır"	12 ve 20

Tablo 6'nın devamı

<i>"c. Suyun farklı kristal yapılarını gösteren faz diyagramlarına girilmez"</i>	Soru Yok
<i>"ç. Gündelik hayatta yaygın kullanılan ve gerçek gazların hâl değişimlerinin uygulamaları olan soğutma sistemleri (Joule-Thomson olayı) örnekleriyle açıklanır"</i>	6
<i>"11.3.5. Gaz karışımlarının kısmi basınçlarını gündelik hayattaki örnekleri üzerinden açıklar"</i>	
<i>"a. Sıvıların doymuş buhar basınçları kısmi basınç kavramıyla ilişkilendirilerek su üzerinde toplanan gazlarla ilgili hesaplamalar yapılır"</i>	9 ve 17

3. 6. 1. 1. Gazlar Başarı Testi Geçerlik ve Güvenirliği

Bir ölçme aracının geçerliği, ölçme aracının geliştirildiği konuda amaca hizmet etmesi şeklinde ifade edilebilir (H. Tekin, 2000; G. Demircioğlu, 2003). Gazlar Başarı Testi'nin geçerlik ve güvenirliliğini sağlamak adına, testin pilot çalışması yapılmıştır. Pilot çalışmadan elde edilen verilerle madde analizi yapılmıştır.

Testin geçerliliğini sağlamak amacıyla test maddeleri 2013 kimya dersi öğretim programındaki kazanımlar dikkate alınarak hazırlanmış ve belirtke tablosunun yardımıyla kapsam geçerliğini sağlayacak şekilde sorular oluşturulmuştur. Ayrıca yine geçerliliği arttırmak adına, araştırmacı tarafından oluşturulan test maddeleri kimya eğitim alanında uzman iki öğretim üyesine incelettirilerek, onların görüşleri doğrultusunda test maddelerinde değişiklikler ve düzeltmeler yapılmıştır. Ayrıca testin pilot çalışması sayesinde; öğrenciler tarafından anlaşılmayan sorular belirlenmiş, öğrencilerin test maddeleri hakkındaki görüşleri ve maddelerin ayırt edicilik değerleri belirlenerek teste son hali verilmiştir.

Pilot çalışma sürecinde test 91 12. sınıf öğrencisinde uygulandıktan sonra asıl çalışmada da kullanılan Tablo 9 ve Tablo 10'daki puanlama anahtarı ve kategori tanımları kullanılarak öğrenci kağıtları puanlanmış ve cevap kağıtları en yüksek puandan en düşük puana doğru sıraya konulmuştur. Ardından üstten ve alttan %27'lik dilimlerde yer alan kâğıtlar ayrılarak test maddelerinin analiz işlemi gerçekleştirilmiştir. Alt ve üst grup öğrencilerinin her bir soruya verdikleri cevaplar dikkate alınarak madde güçlükleri ve ayırt edicilik indisleri hesaplanmıştır. Madde analizi sonucunda ayırt edicilik indisleri 0,20'nin altında olan sorular testten çıkarılmıştır. Ayırt ediciliği 0.20'den daha düşük veya eksi olanlar maddeler testte kullanılmamalıdır. Ayırt edicilik değerleri 0,20-0,30 arasında olan maddeler ise zorunlu hallerde kullanılabilir. Ayırt ediciliği 0,30-0,40 arasında olan maddeler iyi, 0,40

üzeri ayırt edicilik indisine sahip maddeler çok iyi olarak nitelendirilebilir (Özçelik, 1997; H. Tekin, 2000). Testin pilot çalışması neticesinde, öğrenci cevapları dikkate alınarak madde analizleri yapılmıştır. Madde analizi sonucunda ayırt ediciliği düşük olan 4 soru testten çıkarılmıştır. Asıl çalışma için hazırlanan 20 soruluk teste son hali verilmiştir. Buna göre Gazlar Başarı Testi'ndeki maddelerin ayırt edicilik değerleri 0,32-0,76 arasında, güçlük katsayıları ise 0,24-0,74 arasında değişmektedir.

Tablo 7. Gazlar Başarı Testi'nin Çoktan Seçmeli Bölümünün Madde Analizi Sonuçları

Madde No	D _ü	D _a	P _j	R _j	Açıklama (R _j ye göre)
1	24	13	0,74	0,44	Çok iyi
2	16	8	0,48	0,32	İyi
3	13	4	0,34	0,36	İyi
4	11	3	0,28	0,32	İyi
5	19	7	0,52	0,48	Çok iyi
6	4	5	0,18	-0,04	Kullanılmamalı
7	10	2	0,24	0,32	İyi
8	14	4	0,36	0,40	İyi
9	19	6	0,50	0,52	Çok iyi
10	24	5	0,58	0,76	Çok iyi
11	15	5	0,40	0,40	İyi
12	13	2	0,30	0,44	Çok iyi
13	16	7	0,12	-0,08	Kullanılmamalı
14	10	2	0,24	0,32	İyi
15	16	6	0,44	0,40	İyi
16	14	3	0,34	0,44	Çok iyi
17	12	2	0,28	0,40	İyi
18	6	7	0,26	-0,04	Kullanılmamalı
19	2	1	0,06	0,04	Kullanılmamalı
20	13	4	0,34	0,36	İyi
21	12	4	0,32	0,32	İyi
22	12	4	0,32	0,32	İyi
23	10	2	0,24	0,32	İyi
24	14	6	0,40	0,32	iyi

D_ü: Üst grup, D_a: Alt grup, P_j: Madde güçlüğü, R_j: Ayırt edicilik

Bir ölçme aracının geçerlikten sonra sahip olması istenen ikinci önemli özellik testin güvenilirliğidir. Güvenirlik; hazırladığımız ölçme aracının ölçmek istediğimiz özelliği ölçme konusundaki başarı oranının tespiti olarak ifade edilebilir. Güvenirlik tespiti için farklı yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemlerden biriside KR-20 formülü kullanılarak yapılan

hesaplamadır. H. Demircioğlu (2008)'in çalışmasında ifade edildiği şekliyle KR-20 formülü şu şekildedir:

$$r = K / (K-1) [1 - (\sum P_j(1-P_j)/S^2)]$$

$$S = \sum R_j \sqrt{P_j(1-P_j)}$$

Bu formüle göre sembollerin anlamları şu şekildedir:

r : Güvenirlik indisi

K: Testteki madde sayısı

S: Standart kayma

İlgili çalışmada yukarıdaki formülün uygulanması sonucu testin güvenirlik katsayısı $r = 0,72$ olarak bulunmuştur. Bademci (2011) alışmasında, Cronbach Alfa ve Kuder-Richardson 20 formüllerinin test maddelerinin 0-1 şeklinde lmlendiğinde benzer sonuçlar verdiğini ifade etmiştir. Buna göre Cronbach Alfa analiz yönteminin uygulandığı güvenirlik çalışmalarında, güvenirlik katsayısının $0.60 \leq \alpha \leq 0.80$ değerleri arasında olması testin güvenilir olduğunun kabul edildiği ifade edilmektedir (zdamar, 2004'ten akt., Ayvacı ve Durmuş, 2016, s. 92). Benzer şekilde Kalaycı (2009) $0.60 \leq \alpha \leq 0.80$ aralığındaki değerlere sahip bir testin oldukça yüksek güvenirliğe sahip olduğunu ifade etmiştir.

3. 6. 2. Kimya Dersi Tutum lği

Çalışmada ğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarının belirlenmesi amacıyla Pehlivan ve Köseoğlu (2011) tarafından geliştirilen Kimya Dersi Tutum lği (KDT) deney ve kontrol gruplarına n ölüm ve son ölüm olarak uygulanmıştır.

Pehlivan ve Köseoğlu (2011) tarafından geliştirilen KDT; 16 olumlu, 18 olumsuz olmak üzere toplam 34 maddeden oluşmaktadır. lk, beş seçenek içeren (tamamen katılıyorum, katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum, hiç katılmıyorum) likert tipi maddeler içermektedir. lğe verilen tamamen katılıyorum ifadesi 5 puan, katılıyorum ifadesi 4 puan, kararsızım ifadesi 3 puan, katılmıyorum ifadesi 2 puan, hiç katılmıyorum ifadesi 1 puan olarak hesaplanmaktadır. lkten alınabilecek en yüksek puan 170, en düşük puan 34'tür. Pehlivan ve Köseoğlu'nun (2011) alışmasında bu lk bir fen lisesinde farklı sınıf düzeylerinde öğrenim gören 323 öğrenciye uygulanmıştır. Belirtilen alışmada Kimya Dersi Tutum lği'nin Cronbach-alfa güvenirlik katsayısı $\alpha = 0,96$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada örneklem benzer olduğu için yeniden KDT'nn güvenirlik katsayısı belirlenmemiştir.

3. 7. Öğretim Sürecinde Kullanılan Modeller

Çalışma kapsamında 11. sınıf gazlar ünitesinin öğretimine yönelik olarak çeşitli eğitsel analogik modeller kullanılmıştır. Çalışmada ünitenin öğretiminde toplam 25 model kullanılmıştır. Bu modellerin hangi kazanımlarla ilgili olduğu, nasıl geliştirildikleri ve derste ne şekilde kullanıldıkları ile ilgili ayrıntılı bilgi aşağıda verilmektedir.

3. 7. 1. Civanın Yükselişi Modeli

Civanın Yükselişi Modeli'nin resmi Şekil 1'de gösterilmiştir.

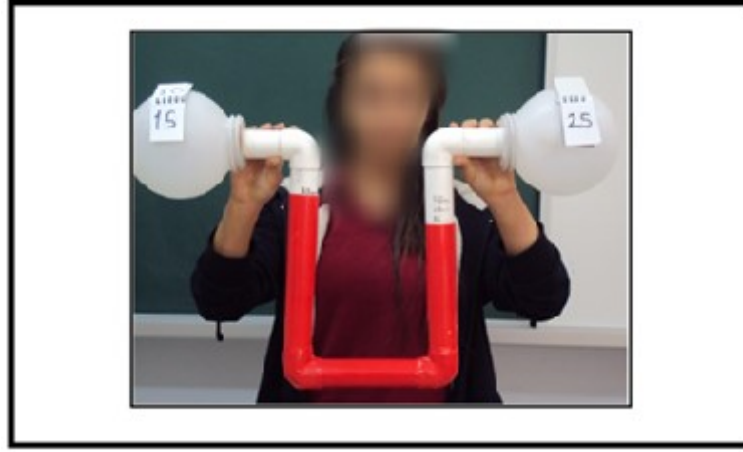


Şekil 1. Civanın yükselişi modeli

Civanın Yükselişi modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki birinci kazanımın “*Basınç ve hacim birimleri (Pa, atm, Torr (mmHg), bar, L, m³; bunların ondalık ast ve üst katları) yanında ölçme yöntemleri kısaca açıklanır. Manometrelerle ilgili hesaplamalara girilmez*” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Kırmızı renkli elips kağıdı, kırmızı boya katılmış su kullanılmıştır. Su tesisat borusu ile zemininde tahta levha kullanılarak civa seviyeleri ve civanın yükselişi temsil etmektedir. Ucundaki dereceler (çizgiler) ise açık hava basıncının artması ya da azalması durumunda civa seviyesindeki değişimi göstermektedir. Bu model; ayrıca gaz basıncını, civa yüksekliği ve açık hava basıncı arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamaları amacıyla hazırlanmıştır.

3. 7. 2. Civanın Değişken Seviyesi Modeli

Civanın Değişken Seviyesi Modeli'nin resmi Şekil 2'de gösterilmiştir.

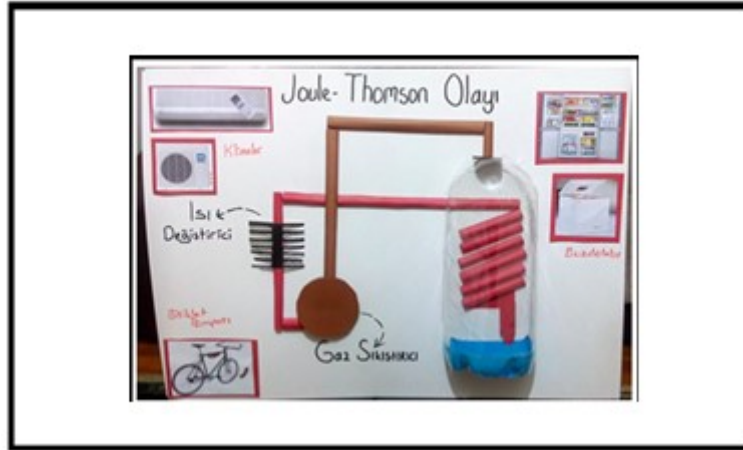


Şekil 2. Civanın değişken seviyesi modeli

Civanın Değişken Seviyesi modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki birinci kazanımın “Basınç ve hacim birimleri (Pa , atm , $Torr$ ($mmHg$), bar , L , m^3 ; bunların ondalık ast ve üst katları) yanında ölçme yöntemleri kısaca açıklanır. Manometrelerle ilgili hesaplamalara girilmez” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Kırmızı renkli elışı kağıdı ve plastik elektrik ve su tesisat malzemeleri kullanılmıştır. Bu model ile öğrencilerin kapalı kaplarda gaz basıncında meydana gelen değişimleri daha iyi görmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

3. 7. 3. Joule-Thomson Olayı Panosu

Joule-Thomson Olayı Panosu'nun resmi Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Joule-thomson olayı panosu

Joule-Thomson Olayı Panosu modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki dördüncü kazanımın “Gündelik hayatta yaygın kullanılan ve gerçek gazların hâl değişimlerinin

uygulamaları olan soğutma sistemleri (Joule-Thomson olayı) örnekleriyle açıklanır” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Joule-Thomson olayının nasıl gerçekleştiğine yönelik şema karton ve plastik malzemelerle oluşturulmuştur.

3. 7. 4. Pistonlu Kaplar Modeli

Pistonlu Kaplar Modeli'nin resmi Şekil 4'te gösterilmiştir.

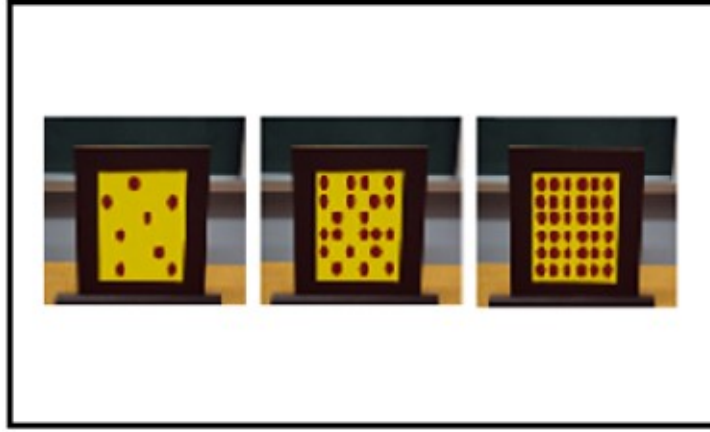


Şekil 4. Pistonlu kaplar modeli

Pistonlu kaplar modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki ikinci kazanımın “*Normal şartlarda gaz hacimleri kütle ve mol sayılarıyla ilişkilendirilir*” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Pistonlu kaplar aynı hacme sahip plastik kaplar kullanılarak oluşturulmuştur. Farklı renkte toplar farklı gaz maddelerini temsil etmektedir. Her bir top bir mol gazı temsil etmektedir. Öğretim sürecinde pistonlu kaplar modeli kullanılırken mol sayılarının hacmi etkileyeceği belirtilir. Farklı kütle numaralarına sahip gazların kütleleri ve mol sayıları arasındaki ilişki model üzerinden belirtilmiştir. Bunun yanında farklı renklere sahip toplar kullanılarak, gaz karışımları da gösterilmeye çalışılmıştır.

3. 7. 5. Üç Faz Bir Arada Modeli

Üç Faz Bir Arada Modeli'nin resmi Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Üç faz bir arada modeli

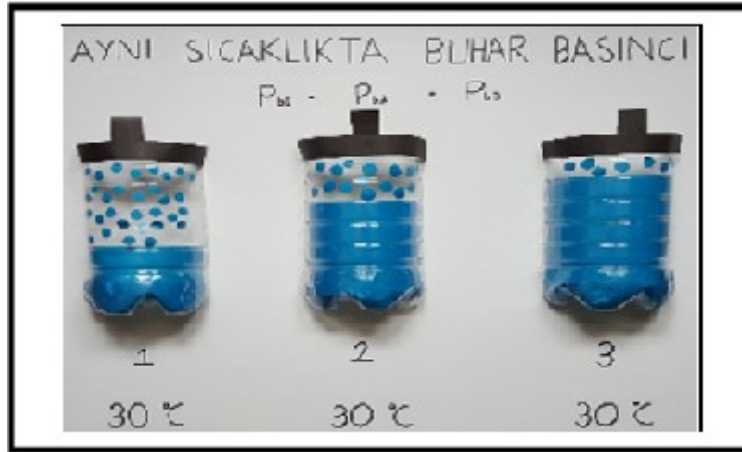
Üç faz bir arada modeli, gazlar ünitesinin öğretimine başlarken dikkat çekmeyi ve önceki bilgileri hatırlatmayı amaçlamıştır. Model yardımıyla maddenin tanecikli yapısı kırmızı halkalar kullanılarak maddenin aynı kesit alanında kaç taneciğe sahip olabileceği temsilen gösterilmiştir. Kontrplak zemin üzerindeki kırmızı halkalar maddeyi oluşturan tanecikleri temsil etmektedir. Üç zemin arka arkaya bir ray üzerinde durmaktadır. Arkadaki zeminler yer değiştirildiğinde, önde görünen kırmızı halkaların sayısı değişmektedir. Maddenin gaz halini temsil eden kesitte az sayıda tanecik (kırmızı halka) bulunurken, en fazla kırmızı halkanın (taneciğin) katı halden alınan kesitte olduğu görülmektedir.

3. 7. 6. Su Buharı Panosu

Su Buharı Panosu'nun resimleri Şekil 6 a ve 6 b'de gösterilmiştir.



Şekil 6 a. Su buharı panosu

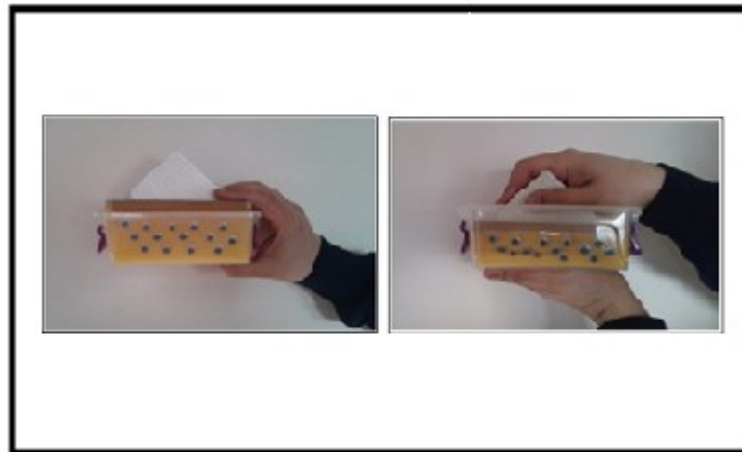


Şekil 6 b. Su buharı panosu

Su Buharı Panosu modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki beşinci kazanımın “Sıvıların doymuş buhar basınçları kısmi basınç kavramıyla ilişkilendirilerek su üzerinde toplanan gazlarla ilgili hesaplamalar yapılır” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Mukavva zemin üzerine şeritli plastik şişelerin iç kısmına tanecikleri temsilen elişli kağıtları yapıştırılarak model hazırlandı. Öğretim sürecinde doymuş buhar basıncı kısmi basınç kavramıyla ilişkilendirilerek sıcaklık değişiminde ya da sıcaklık sabit kaldığında mevcut durumu ifade etmek için hazırlanmıştır. Sıcaklık artışıyla taneciklerin sayısının artışı vurgulanır. Sıcaklık aynı kaldığında hacim miktarına göre basıncın değişmeyecek şekilde denge halini alması tanecik sayılarıyla ilişkilendirilerek anlatılır.

3. 7. 7. Sıkışan Sünger Modeli

Sıkışan Sünger Modeli'nin resmi Şekil 7'de gösterilmiştir.

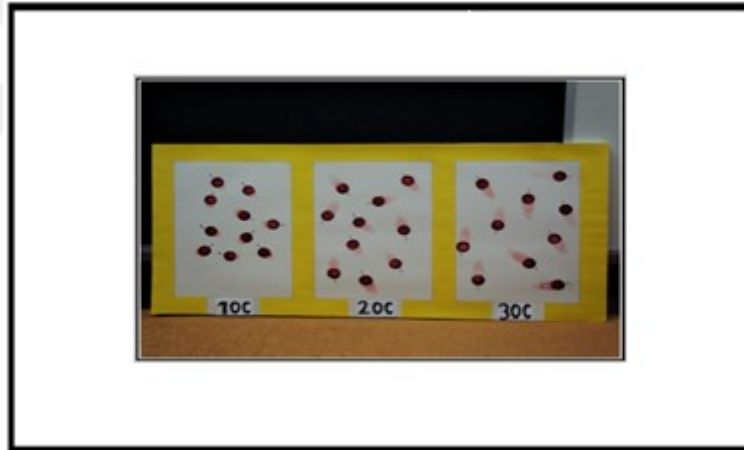


Şekil 7. Sıkışan Sünger Modeli

Sıkışan Sünger modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki birinci kazanımın “*Gazların özelliklerine ilişkin gözlemsel (Boyle ve Charles) yasaları hatırlatılarak Avogadro yasası işlenir*” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Sünger üzerine tanecikleri temsilen boncuklar yerleştirilerek plastik kabın içinde model hazırlanmıştır. Ders esnasında kullanırken boncukların düzensiz şekilde yerleştirilmiş olduğu ifade edilerek, gaz taneciklerinin düzensiz şekilde dağıldığı ve sıkıştırılabilir olduğu ifade edilmiştir. Piston yardımıyla sünger sıkıştırıldığında gaz maddelerin taneciklerinin birbirine yaklaşıcağı ifade edilmiştir. Ayrıca, el yordamıyla sıkıştırma işlemi gerçekleştirilerek maddelerin gaz halden sıvı hale geçemeyeceği ifade edilmiştir.

3. 7. 8. Hızlı Tanecikler Modeli

Hızlı Tanecikler Modeli'nin resmi Şekil 8'de gösterilmiştir.



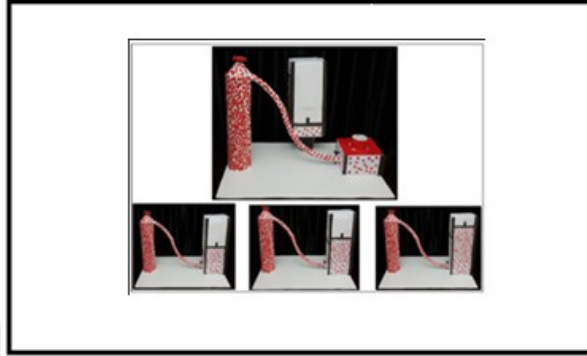
Şekil 8. Hızlı tanecikler modeli

Hızlı Tanecikler modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki birinci kazanımın “*Gazların özelliklerine ilişkin gözlemsel (Boyle ve Charles) yasaları hatırlatılarak Avogadro yasası işlenir*” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Sarı zemin üzerine kırmızı tanecikler gaz taneciklerini temsilen çizilmiştir. Isındığında gaz taneciklerinin hızlanacağı, kabın çeperlerine doğru daha hızlı hareket ederek esnek bir kaptan veya pistonlu kaptan hacmin artmasına yol açacağını temsilen hazırlanmıştır. Öğretim sürecinde farklı sıcaklıklarda gaz taneciklerinin hareketini ifade ederek, basınç ve mol sayısı gibi değerler sabit kaldığında sıcaklık değişimiyle hacimde meydana gelen değişimi göstermek için hazırlanmıştır. Sıcaklık artışıyla hem taneciklerin hızları hem de kesit alanında yayılmaları değişiklik göstermiştir.

Bunun yanında on adet taneciğin on mol anlamına gelmeyeceği, kırmızı halkaların sadece birer temsil olduğu aslında gözle görünecek kadar büyük olmadığı ifade edilmiştir.

3. 7. 9. Avogadro Kutusu

Avogadro Kutusu'nun resmi Şekil 9'da gösterilmiştir.

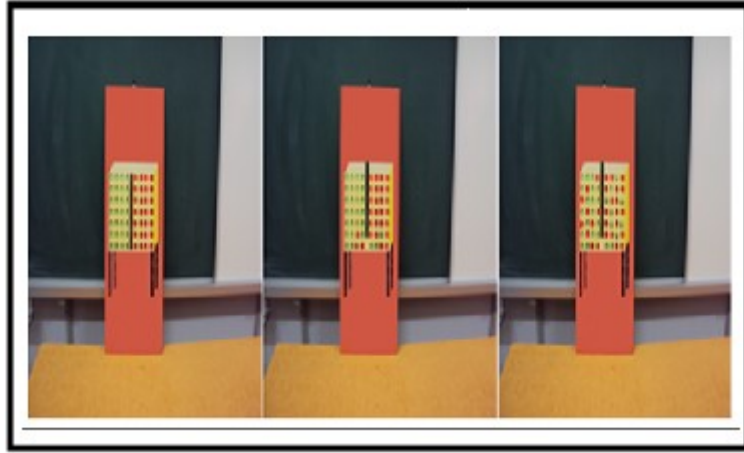


Şekil 9. Avogadro kutusu

Avogadro Kutusu modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki birinci kazanımın “*Gazların özelliklerine ilişkin gözlemsel (Boyle ve Charles) yasaları hatırlatılarak Avogadro yasası işlenir*” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Modelin hazırlanışında meknizmanın sağlam ve hafif olmasına dikkat edilmiştir. Sabit zemin üzerine hareket olanağı sağlayacak strafordan bir dikdörgen kutu yerleştirilmiştir. Anahtar kilit ilişkisi göz önünde bulundurularak büyük dikdörgen kutu altındaki yuvarlak parça sabit zemin üzerine oturtularak gaz akışı gerçekleştiğinde pistonlu kapta meydana gelen değişimi ifade edecek şekilde hareket olanağı sağlanmıştır. Öğretim sürecinde basınçlı kabın musluğu açılarak gaz akışı gerçekleştiği ve bu yolla kutu üzerindeki pistonun yukarı çıktığı ifade edildi.

3. 7. 10. Difüzyon Kutusu Modeli

Difüzyon Kutusu Modeli'nin resmi Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Difüzyon kutusu modeli

Difüzyon Kutusu modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki üçüncü kazanımın “*Kinetik teorinin temel varsayımları kullanılarak Graham difüzyon ve efüzyon yasası türetilir*” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Tahta zemin üzerine delikler açılmıştır. Ardından arkasına kartonlar yerleştirilmiştir. Arkadaki kartonlar kutunun ayaklarının alt kısmına kadar uzun şekilde hazırlanmış bir ray sisteminin üstünde durmaktadır. Ray üzerinde karton yukarıya doğru çekildiğinde ilk sıradaki taneciklerden başlamak üzere sırasıyla tanecikler kutular arasında farklı sayılarda geçiş yaptırılıyor. En sonunda dengelendiğinde eşit sayıda tanecik geçişi gerçekleşmiş olup homojen bir karışım meydana geldiği ifade ediliyor. Model, Graham difüzyon yasasını temsilen hazırlanmıştır. Gaz maddelerin buldukları ortama homojen olarak dağıldığını tanecik hareketleri temelinden açıklanması esas alınmıştır. Homojen karışımın bir anda değil zaman içinde oluşarak dengeye geldiği gösterilmiştir.

3. 7. 11. İdeal Gaz Panosu

İdeal Gaz Panosu'nun resmi Şekil 11'de gösterilmiştir.

PV n RT					
P1	3	1	0.092	2.7	PV
4.1	6	1	0.092	2.7	
2.05	12	1	0.092	2.7	
P1	2	0.1	0.092	2.7	PT
1.14	2	0.1	0.092	12.7	
2.05	2	0.1	0.092	22.7	
n	8.2	1.00	0.092	2.7	nT
3	8.2	0.75	0.092	12.7	
3	8.2	0.60	0.092	22.7	
Vn	20.5	0.1	0.092	22.7	Vn
0.4	4.1	0.4	0.092	22.7	
0.4	6.15	0.1	0.092	22.7	
VT	4.100	0.1	0.092	12.7	VT
0.8	5.115	0.1	0.092	22.7	
0.7	4.150	0.1	0.092	32.7	

Şekil 11. İdeal gaz panosu

İdeal Gaz Panosu modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki ikinci kazanımın “İdeal gaz denklemini kullanarak örnek hesaplamalar yapılır” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu model basit bir yapıya sahip olmasının yanında, basınç, hacim, sıcaklık ve mol sayılarına ilişkin değişimleri göstererek, hesaplama ve yorum yapılması gerektiğinde büyük kolaylık sağlayan ideal gaz denkleminin önemini fark edilmesini sağlamaktadır. İlerleyen zamanlarda Boyle, Charles ve Avogadro yasalarına ilişkin değişkenler unutulsa bile, hepsini bir bütün halinde bünyesinde barındıran ideal gaz denklemini, öğrencilere gazlar ünitesiyle ilgili birçok noktada yardımcı olacaktır. Ayrıca, sıcaklık hesabında $^{\circ}\text{C}$ ifadesinin K ifadesine dönüştürülmesi gerektiğinden sıcaklık değerlerinin 27, 127, 227, 327 şeklinde verilerek K ifadesine çevrilmesi istenmiş, bu yolla 300, 400, 500, 600 değerlerini bularak formül gereği sabit bir değer olan R ile çarpımında orantılı ve hesaplaması kolay küçük rakamlar çıkması planlanmıştır. Model ideal gaz denklemini göz önünde bulundurulduğunda, ideal gaz yasasının oluşumunda temel teşkil eden gaz yasalarının ön gördüğü değişkenleri

sabit tutarak hesaplama ve yorum yapma amacıyla hazırlanmıştır. Bu model ilgili kazanımın derste işlenişi sırasında, sınıfta herkesin görebileceği bir yerde asılı kalmıştır.

3. 7. 12. Farklar Panosu

Farklar Panosu'nun resmi Şekil 12'de gösterilmiştir.

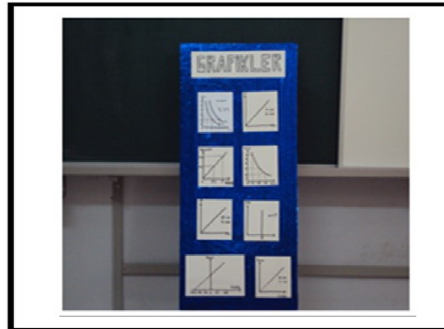


Şekil 12. Farklar panosu

Farklar Panosu modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki dördüncü kazanımın “gerçek gazların hangi durumlarda ideallikten saptığı irdelenir” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. İdeal gaz gerçek gaz arasındaki ilişki pano üzerine çizilerek farklılıklar gösterilmiştir. Ders esnasında kullanırken gerçek gaz örnekleri ve ideal gazın özellikleri vurgulanarak doğada bulunabilme durumları irdelenmiştir.

3. 7. 13. Grafikler Panosu Modeli

Grafikler Panosu Modeli'nin resmi Şekil 13'de gösterilmiştir.

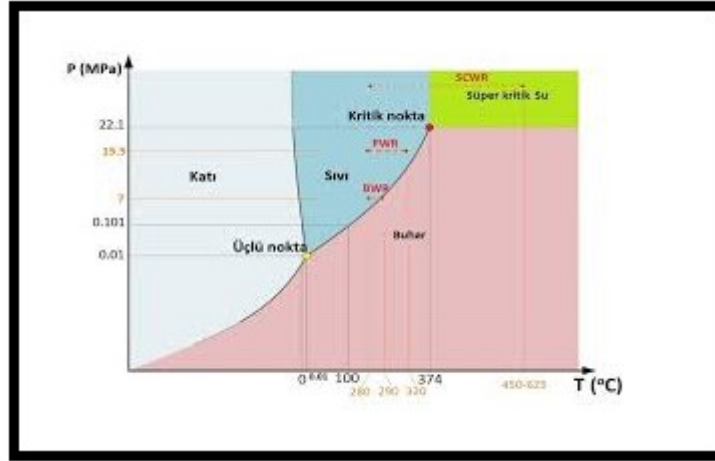


Şekil 13. Grafikler panosu modeli

Grafikler Panosu modeli, 11. sınıf gazlar ünitesindeki ikinci kazanımın “*İdeal gaz denklemleri kullanılarak örnek hesaplamalar yapılır ve Boyle, Charles ve Avogadro yasalarından yola çıkılarak ideal gaz denklemleri türetilir*” açıklamasına yönelik olarak hazırlanmıştır. Ünite kapsamında karşılaşılabilecek grafikler el yordamıyla çizilerek bir panoda toplanmıştır. Öğretim sürecinde grafik türlerinin hepsinin bir arada verilmesi benzerlik ve farklılıklara dikkat çekilerek grafikleri birbirleriyle ve bağlantılı oldukları kanunlarla ilişkilendirildikten sonra asıl konuya vurgu yapılma imkanı sunmuştur. Bu model ilgili kazanımların derste işlenişi sırasında, sınıfta herkesin görebileceği bir yerde asılı kalmıştır.

3. 7. 14. Faz Diyagramı Grafiği

Faz Diyagramı Grafiği'nin resmi Şekil 14'te gösterilmiştir.



Şekil 14. Faz diyagramı grafiği

Faz diyagramı grafiği, 11. sınıf gazlar ünitesindeki dördüncü kazanımın “*Karbondioksitin ve suyun faz diyagramı açıklanarak buhar ve gaz kavramları arasındaki fark vurgulanır*” açıklamasına yönelik olarak kullanılmıştır. Faz diyagramı grafiği internet üzerinden (URL-1, 2012) temin edilmiştir. Faz diyagramı bir karton üzerine çizilerek inceleme imkanı sunulmuştur.

3. 7. 15. Gaz Hacmi Animasyonu

Gaz Hacmi Animasyonu'nun resmi Şekil 15'te gösterilmiştir.

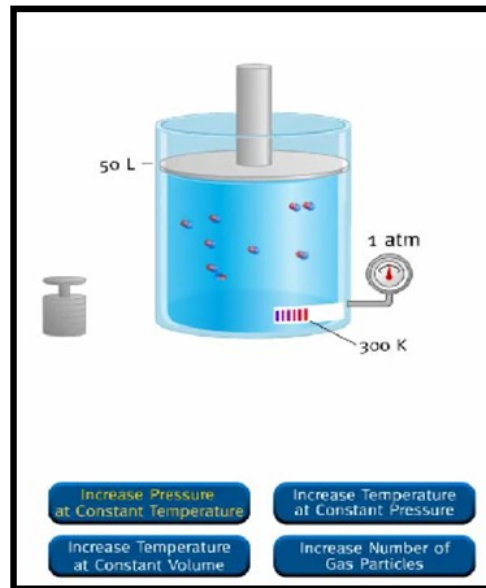


Şekil 15. Gaz hacmi animasyonu

Gaz hacmi animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki birinci kazanımın “Basınç ve hacim birimleri (Pa, atm, Torr (mmHg), bar, L, m³; bunların ondalık ast ve üst katları) yanında ölçme yöntemleri kısaca açıklanır. Manometrelerle ilgili hesaplamalara girilmez” açıklamasına yönelik olarak kullanılmıştır. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından (URL-2, 2013) temin edilmiştir. Öğretim sürecinde gazın sahip olduğu hacim ve hacim üzerine etki eden basınç vurgulanmıştır.

3. 7. 16. İdeal Gaz Denklem Animasyonu

İdeal Gaz Denklem Animasyonu'nun resmi Şekil 16'da gösterilmiştir.

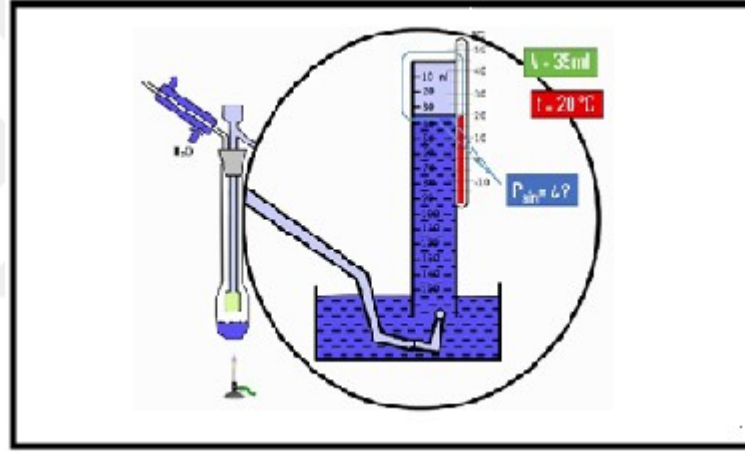


Şekil 16. İdeal Gaz denklem animasyonu

İdeal gaz animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki ikinci kazanımın “*Boyle, Charles ve Avogadro yasalarından yola çıkılarak ideal gaz denklemi türetilir*” açıklamasına yönelik olarak kullanılmıştır. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından (URL-3, 2015) temin edilmiştir. Öğretim sürecinde gazın sahip olduğu özelliklerden basınç artışıyla meydana gelen değişiklik, sıcaklık değişimiyle sabit basınçta meydana gelen değişiklik, sıcaklık değişimiyle sabit hacimde meydana gelen değişiklik ve mol sayısı artışında meydana gelen değişikli vurgulanarak ideal gaz yasasında geçiş yapılmıştır.

3. 7. 17. Victor-Meyer Animasyonu

Victor-Meyer Animasyonu'nun resmi Şekil 17'de gösterilmiştir.

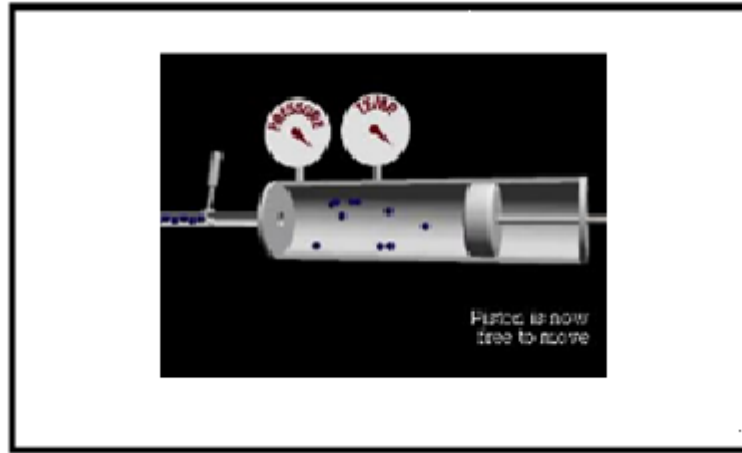


Şekil 17. Victor-Meyer animasyonu

Victor-Meyer animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki ikinci kazanımın “*Victor-Meyer yöntemi ve gaz kanunları yardımıyla mol kütlesi hesaplama konusu kısaca tanıtılır*” açıklamasına yönelik olarak kullanılmıştır. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından (URL-4, 2015) temin edilmiştir. Öğretim sürecinde Victor-Meyer yönteminin temel mantığı animasyon aracılığıyla anlatılır. Ardından formüle ilişkin basın, kütle, sıcaklık, mol sayısı, hacim ve yoğunluk ilişkisi üzerinde durulur. Animasyonda ilk dakikalar kullanıldı. Genel itibariyle izletilmedi.

3. 7. 18. İdeal Gaz Animasyonu

İdeal Gaz Animasyonu'nun resmi Şekil 18'de gösterilmiştir.

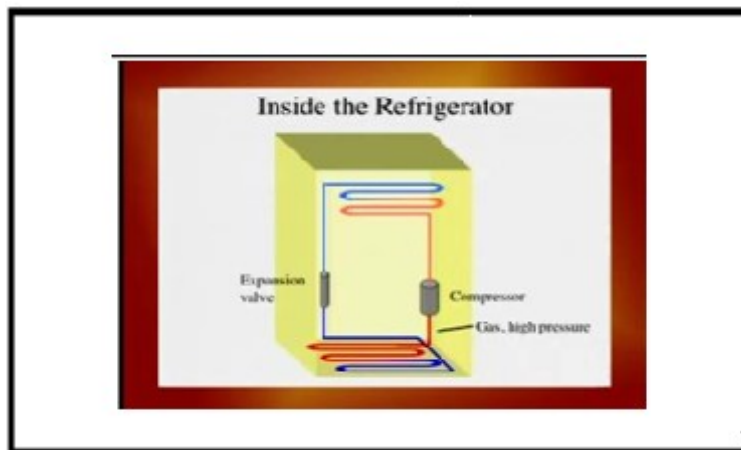


Şekil 18. İdeal gaz animasyonu

İdeal gaz animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki dördüncü kazanımın “*Gerçek gazların hangi durumlarda ideallikten saptığı irdelenir*” açıklamasına yönelik olarak kullanılmıştır. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından (URL-5, 2010) temin edilmiştir. Öğretim sürecinde ideal gaz animasyonu basınç ve sıcaklık değişkenleriyle taneciklerin hareketinde meydana gelen değişim irdelenerek ideal gaz gerçek gaz özellikleri hakkında bilgi verilir.

3. 7. 19. Joule-Thomson Animasyonu

Joule-Thomson Animasyonu'nun resmi Şekil 19'da gösterilmiştir.



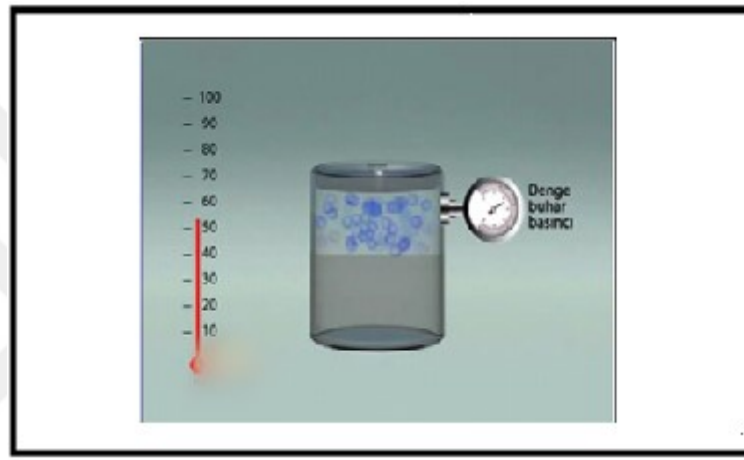
Şekil 19. Joule-Thomson animasyonu

İdeal gaz animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki dördüncü kazanımın “*Gündelik hayatta yaygın kullanılan ve gerçek gazların hâl değişimlerinin uygulamaları olan soğutma*

sistemleri (Joule-Thomson olayı) örnekleriyle açıklanır” açıklamasına yönelik olarak kullanılmıştır. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından (URL-6, 2012) temin edilmiştir. Öğretim sürecinde Joule-Thomson olayı anlatılırken soğutma olayının nasıl gerçekteştiği taneciklerin hareketleri baz alınarak anlatılmıştır. Bunu yanında günlük hayatta nerelerde karşılaşılacağına dair bilgilerin sunulması amaçlanmıştır.

3. 7. 20. Doymun Buhar Basıncı Animasyonu

Doymun Buhar Basıncı Animasyonu'nun resmi Şekil 20'de gösterilmiştir.

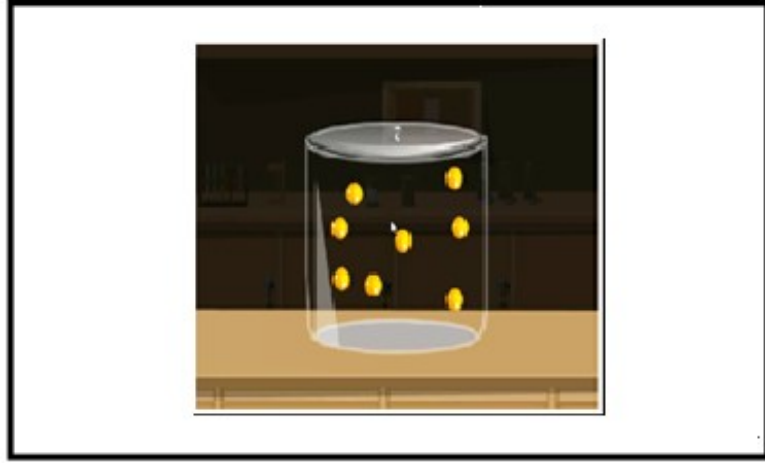


Şekil 20. Doymun buhar basıncı animasyonu

Doymun buhar basıncı animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki beşinci kazanımın “*Sıvıların doymun buhar basınçları kısmi basınç kavramıyla ilişkilendirilerek su üzerinde toplanan gazlarla ilgili hesaplamalar yapılır*” açıklamasına yönelik olarak kullanılmıştır. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından (URL-7, 2015) temin edilmiştir. Öğretim sürecinde doymun buhar basıncı kısmi basınç kavramıyla ilişkilendirilerek sıcaklık değişiminde ya da sıcaklık sabit kaldıkında meydana gelen durumu gözlemleyebilmek için kullanılmıştır.

3. 7. 21. Gazlarda Difüzyon Animasyonu

Gazlarda Difüzyon Animasyonu'nun resmi Şekil 21'de gösterilmiştir.



Şekil 21. Gazlarda difüzyon animasyonu

Gazların difüzyonu animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki üçüncü kazanımın “Kinetik teorinin temel varsayımları kullanılarak Graham difüzyon ve efüzyon yasası türetilir” açıklamasına yönelik olarak kullanılmıştır. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından (URL-8, 2012) temin edilmiştir. Öğretim sürecinde amonyak ve hidroklorik asidin karışmasında meydana gelen durumu göstermek için kullanılmıştır.

3. 7. 22. Gazlarda Karışma Animasyonu

Gazlarda Karışma Animasyonu'nun resmi Şekil 22'de gösterilmiştir.



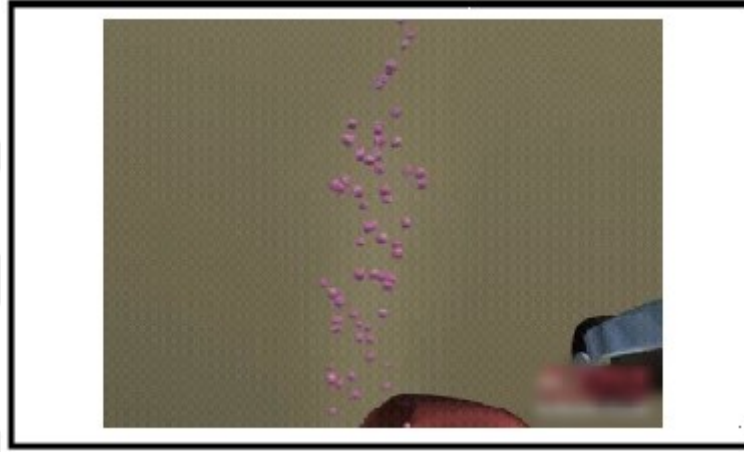
Şekil 22. Gazlarda karışma animasyonu

Gazlarda Karışma Animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki beşinci kazanımın “Sıvıların doymun buhar basınçları kısmi basınç kavramıyla ilişkilendirilerek su üzerinde

toplanan gazlarla ilgili hesaplamalar yapılır” açıklamasına yönelik olarak kullanılmıştır. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından (URL-2, 2013) temin edilmiştir. Öğretim sürecinde model üzerinden, gaz taneciklerinin buldukları ortama yayılma özellikleri vurgulanmıştır.

3. 7. 23. Gazların Özellikleri Animasyonu

Gazların Özellikleri Animasyonu’nun resmi Şekil 23’te gösterilmiştir.

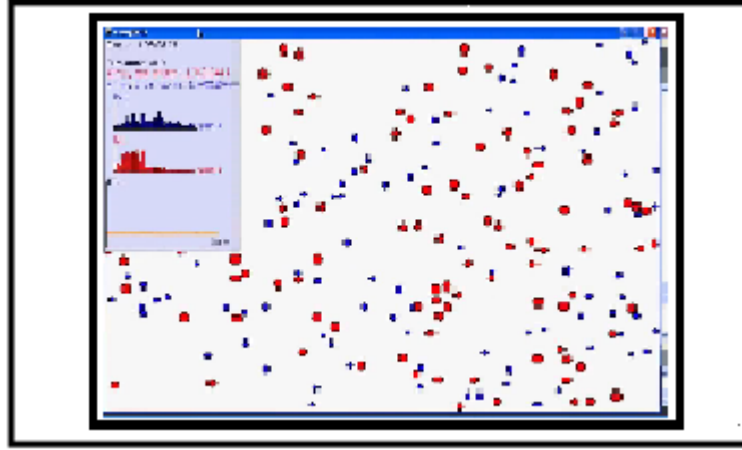


Şekil 23. Gazların özellikleri animasyonu

Gazların Özellikleri Animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki üçüncü kazanımın “*Kinetik teorisinin temel varsayımları kullanılarak Graham difüzyon ve efüzyon yasası türetilir*” açıklaması açıklamasına yönelik olarak. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından (URL-10, 2014) temin edilmiştir. Öğretim sürecinde gaz taneciklerinin genel özelliklerine vurgu yapmak amacıyla kullanılmıştır.

3. 7. 24. Gaz Taneciklerinin Hareketi Animasyonu

Gaz Taneciklerinin Hareketi Animasyonu’nun resmi Şekil 24’te gösterilmiştir.

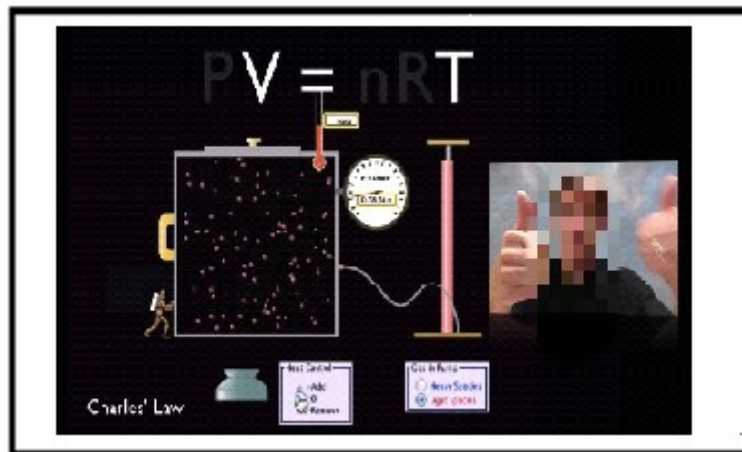


Şekil 24. Gaz taneciklerinin hareketi animasyonu

Gaz Taneciklerinin Hareketi Animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki dördüncü kazanımın “*Gerçek gazların hangi durumlarda ideallikten saptığı irdelenir*” açıklamasına yönelik olarak kullanılmıştır. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından (URL-11, 2012) temin edilmiştir. Öğretim sürecinde ideal gaz animasyonu basınç ve sıcaklık değişkenleriyle taneciklerin hareketinde meydana gelen değişim inceleme imkanı verir.

3. 7. 25. Maddenin Gaz Hali Animasyonu

Maddenin Gaz Hali Animasyonu'nun resmi Şekil 25'te gösterilmiştir.



Şekil 25. Maddenin gaz hali animasyonu

Maddenin Gaz Hali Animasyonu, 11. sınıf gazlar ünitesindeki ikinci kazanımın “*Boyle, Charles ve Avogadro yasalarından yola çıkılarak ideal gaz denklemi türetilir*” açıklamasına

yönelik olarak kullanılmıştır. İlgili model araştırmacı tarafından hazırlanmamış olup internet ortamından temin edilmiştir (URL-12, 2013). Öğretim sürecinde gazın sahip olduğu özelliklerde meydana gelen değişiklikler vurgulanarak ideal gaz yasasında geçiş yapılmıştır.

3. 8. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu bölümde araştırma sürecinde ön ölçüm ve son ölçümlerde kullanılan Gazlar Başarı Testi (GBT) ve Kimya Dersi Tutum Ölçeği (KDTÖ)'den elde edilen verilerin nasıl analiz edileceği hakkında detaylı bilgi verilmektedir.

3. 8. 1. Gazlar Başarı Testi'nden Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu çalışmada öğrencilerin gazlar konusundaki başarılarının belirlenmesi amacıyla iki aşamalı Gazlar Başarı Testi (GBT) kullanılmıştır. GBT'nin ilk aşaması çoktan seçmeli iken, ikinci aşaması açık uçludur ve öğrenciden vermiş oldukları cevaplara ilişkin açıklamaları istenmiştir. Başarı testinde yer alan soruların analizine yönelik olarak iki aşamalı testlerden yararlanılan çalışmalar incelenmiş (Tsai ve Chou, 2002; Coştu, Ayas ve Niaz, 2012; Demirci ve Özmen, 2012) ve bu çalışmalardan faydalanılmıştır. Çalık (2006) öğrencilerin anlama düzeylerinin belirlenmesi amacıyla kategoriler kullanılması verilerin daha düzenli ve organize halde sunulmasını sağlayacağını ifade etmiştir. Veriler analiz edilirken öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 8 ve Tablo 9'daki kategoriler kullanılarak sınıflandırılmış ve puanlanmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bu kategorilerdeki frekans ve yüzdelik dağılımları ön ve son ölçüm için tablolara dönüştürülmüştür. Gazlar Başarı Testi'ne verilen öğrenci cevapları analiz edilirken kullanılan kategoriler ve puanları Tablo 8 ve Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 8. Başarı Testinde Yer Alan Soruların Puanlandırılması

I.Aşama	II.Aşama	Puanlama
Doğru	Tam Anlama	6 Puan
Doğru	Kısmen Anlama	5 Puan
Doğru	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	4 Puan
Doğru	Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	3 Puan
Yanlış	Tam Anlama	3 Puan
Yanlış	Kısmen Anlama	2 Puan
Yanlış	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	1 Puan
Yanlış	Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	0 Puan

Tablo 9. Gazlar Başarı Testi'nde Yer Alan Soruları Analiz Etmede Kullanılan Kategoriler ve İçerikleri

Anlama Düzeyi	Puanlama Kriterleri
Tam Anlama	<ul style="list-style-type: none"> Geçerliliği Olan Cevabın Bütün Yönlerini İçeren Cevaplar
Kısmen Anlama	<ul style="list-style-type: none"> Geçerli Olan Cevabın En Az Bir Yönünü İçeren Fakat Bütün Yönlerini İçermeyen Cevaplar, Aynı Zamanda Kavram Yanılgısı Da İçermeyen Cevaplar
Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	<ul style="list-style-type: none"> Kavramın Kısmen Anlaşıldığını Gösteren Fakat Aynı Zamanda Bir Kavram Yanılgısını Da İçeren Cevaplar
Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	<ul style="list-style-type: none"> Bilimsel Olarak Yanlış Olan Cevaplar Boş Bırakma, "Bilmiyorum". "Anlamadım" ve Benzeri İfadeleri İçeren Cevaplar Soruyu Aynen Tekrarlama İlgisiz ya da Açık Olmayan Cevaplar

Tablo 8 ve 9'da görüldüğü gibi ilk aşamaya doğru cevap veren bir öğrenci; ikinci aşamada *tam anlama* kategorisinde açıklamalar sunarsa 6 puan, *kısmen anlama* kategorisinde bir cevap sunarsa 5 puan, *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* kategorisinde cevaplar sunarsa 4 puan, *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevaplar verirse 3 puan almıştır. İlk aşamada yanlış cevap veren bir öğrenci ise; ikinci aşamada *tam anlama* kategorisinde cevaplar sunarsa 3 puan, *kısmen anlama* kategorisinde cevap sunarsa 2 puan, *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap sunarsa 1 puan, *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap sunarsa 0 puan almıştır. Testin tamamından alınabilecek en yüksek puan 120 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada veriler sunulurken deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin, ön ölçüm ve son ölçüm anlama düzeylerine göre tablolar verilmiştir. Tablolarda her bir soruya ilişkin anlama düzeylerine göre öğrenci dağılımları frekans ve yüzdelik halinde gösterilmiştir. Ayrıca her bir soru için tüm kategorilerdeki cevaplardan örnek alıntılar sunulmuştur. Öğrenci cevapları belirtilirken deney grubu öğrencileri "D" kodu ile, kontrol grubu öğrenciler "K" kodu kullanılarak ifade edilmiştir.

Verilerin analizi sırasında son olarak deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Gazlar Başarı Testi (GBT)'nden aldıkları toplam puanlar SPSS 24.0 programı kullanılarak istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ön ölçüm başarı düzeyleri ile deney ve kontrol gruplarının son ölçüm başarı düzeyleri bağımsız gruplar t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Deney grubunun ön ölçüm-son ölçüm başarı düzeyleri ve kontrol grubunun ön ölçüm-son ölçüm başarı düzeyleri ise bağımlı gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucu tablolar oluşturulmuş ve bunlar bulgular bölümünde okuyucuya sunulmuştur.

3. 8. 2. Kimya Dersi Tutum Ölçeği'nden Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu çalışmada modellerle öğretimin öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarına etkisini belirlemek amacıyla Pehlivan ve Köseoğlu (2011) tarafından geliştirilen kimya dersi tutum ölçeği kullanılmıştır. KDTÖ 16 olumlu, 18 olumsuz olmak üzere 34 maddeden oluşmaktadır. Tutum ölçeğinde yer alan maddeler öğrenci cevaplarına uygun olarak puanlandırılmıştır (Kesinlikle Katılıyorum; 5 puan, Katılıyorum; 4 puan, Kararsızım; 3 puan, Katılmıyorum; 2 puan ve Hiç Katılmıyorum; 1 puan). Olumlu maddeler için ifade edilen bu puanlama, olumsuz maddeler için ters çevrilerek kullanılmıştır. Buna göre ölçekten alınabilecek maksimum puan 170 olarak hesaplanmaktadır. Öncelikle hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin ön ve son ölçümlerdeki tutum puanları tek tek hesaplanmıştır. Ardından deney ve kontrol gruplarının ön ölçüm tutum düzeyleri, deney grubunun ön ölçüm-son ölçüm tutum düzeyleri, kontrol grubunun ön ölçüm-son ölçüm tutum düzeyleri ile deney ve kontrol gruplarının son ölçüm tutum düzeyleri bağımlı gruplar t-testi ve bağımsız gruplar t-testi kullanılarak hesaplanmıştır. Kimya dersi tutum ölçeği ile ilgili istatistiksel analizler SPSS 24.0 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki akademik başarılarına ve kimya dersine yönelik tutumlarına etkisinin belirlenmesi hedeflenmektedir.

Bu bölümde belirtilen bu amaç doğrultusunda deney ve kontrol gruplarında ön ölçüm ve son ölçüm sırasında kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen bulgular sunulmaktadır.

4. 1. Gazlar Başarı Testi'nden Elde Edilen Bulgular

Ön ve son ölçümlerde Gazlar Başarı Testi'ne öğrencilerin verdikleri cevaplar bu bölümde iki başlık altında verilmektedir. Birinci alt başlıkta öğrencilerin ünitenin kazanımlarına yönelik sorulara verdikleri cevaplar ayrı ayrı ve detaylı bir şekilde sunulurken, ikinci alt başlıkta öğrencilerin ön ve son ölçümlerden aldıkları toplam puanlar üzerine uygulanan istatistiksel analizler sonucu elde edilen genel bulgulara yer verilmektedir.

4. 1. 1. Gazlar Başarı Testi'nden Elde Edilen Detaylı Bulgular

Bu bölümde veri toplama aracında yer alan her bir soruya verilen cevapların, ön ve son uygulamada frekans ve yüzde olarak nasıl dağıldığı detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Gazlar Başarı Testi'nde yer alan ikinci ve beşinci soru, "11.3.1. *Gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerini ve bunların ölçülme yöntemlerini açıkla*" kazanımının "*Basınç ve hacim birimleri (Pa, atm, Torr (mmHg), bar, L, m³; bunların ondalık ast ve üst katları) yanında ölçme yöntemleri kısaca açıklanır. Manometrelerle ilgili hesaplamalara girilmez*" şeklindeki açıklamasıyla ilgilidir. İkinci ve beşinci soruya verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 10'den sunulmaktadır.

Tablo 10. Deney ve Kontrol Gruplarının İkinci ve Beşinci Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
2	I. Aşama	Doğru	5	16	6	18	15	50	18	56
		Yanlış	27	83	26	81	15	50	14	43
	II. Aşama	Tam Anlama	0	0	0	0	8	26	6	18
		Kısmen Anlama	3	10	5	15	7	23	8	25
		Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	3	10	9	28	5	16	3	9
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	24	80	18	56	10	33	15	46
5	I. Aşama	Doğru	7	23	9	28	25	83	24	75
		Yanlış	23	76	23	71	5	16	8	25
	II. Aşama	Tam Anlama	3	10	2	6	20	66	21	65
		Kısmen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	19	63	26	81	9	30	9	28
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	8	26	4	12	1	3	2	6

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan hacim ve basınç birimlerinin dönüşümlerine ilişkin bilgi düzeyleri ikinci soruyla belirlenmiştir. Bu soruda, öğrencilerin sunulan basınç ve hacim dönüşümlerine ilişkin kutucuklar içindeki ifadelerin doğruluğu hakkında bilgileri irdelenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrencinin; “*Torricelli yaptığı deneyde civa seviyesini 760 cmHg ölçmüştür*” ifadesinin yanlış, “*basınç birimi Pascal olarak tanımlanmıştır*” ifadesini doğru, “*1L ve 100cm³ eşittir*” ifadesinin yanlış olduğunu belirleyerek 6. çıkış olan C seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %16 ve %18 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %50 ve %56 olmuştur.

İkinci sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden *civa seviyesinin 760 cmHg olmadığını, basınç biriminin Pascal olduğunu ve 1L'nin de 100 cm³ olmadığını* ifade etmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrenci bulunmazken, son ölçümde bu oranların deney ve kontrol grubunda sırasıyla %26 ve %18 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-5 kodlu öğrencinin ifadeleri “*Torricelli 76 cm bulmuştur. Basınç birimini paskal olarak kullanıyoruz. 1litre=1000 cm³tür*” şeklindedir. Öğrenci doğru cevabın tüm yönlerini değil de, ifade edilen bu durumlardan en az bir tanesini yazması ve yazdığı ifadelerde yanılgılı bir ifadesinin olmaması halinde bu öğrencinin cevabı *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %10 ve %15 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %23 ve %25 olduğu görülmektedir.

Bu soru için *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-6 kodlu öğrencinin ifadeleri “*Torricelli 76 cmHg buldu.*” şeklindedir. Eğer öğrenci açıklamalarında yukarıda belirtilen doğru ifadelerden bir veya birkaçı yer almasına rağmen, açıklamalarının içerisinde yanlış fikirler de yer alıyorsa, bu öğrenci cevabı *belirli bir yanlışlıkla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanlışlıkla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı %10 ve % 28 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %16 ve %9 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanlışlıkla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-3 kodlu öğrencinin ifadeleri “*1L = 1 dm³tür. 1torr = 10⁵ Pa’dır. Torricelli 760 mm bulmuştur*” şeklindedir. Eğer öğrencinin açıklamalarının tamamı yanlış veya yanlış ifadelerse ya da ikinci aşama boş bırakılmışsa, bu öğrenciler *yanlış, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanlış, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %80 ve %56 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %33 ve %46 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanlış, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-3 kodlu öğrencinin ifadesi “*hepsi doğru gibi geliyor*” şeklindedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan hacim ve basınç kavramlarının ölçülme yöntemlerine ilişkin bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi’nde yer alan beşinci soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrencilerin hacim ve basınç kavramlarının ölçülme yöntemlerine ilişkin verilen öncüllerin doğruluğu hakkındaki bilgileri irdelenmiştir. Bu sorunun birinci öncülünde öğrencinin; “*kapalı kaplarda gaz basıncı barometre kullanılarak ölçülür*” ifadesinin yanlış, “*sürtünmesiz pistonlu kapta bulunan bir gazın basıncı, dış basınçtan büyüktür*” ifadesinin yanlış, “*bir gazın hacmi, içinde bulunduğu kapalı kabın hacmi kadardır*” ifadesinin doğru, “*açık hava basıncı manometreyle ölçülür*” ifadesinin yanlış ve “*deniz seviyesinden 1 km yüksekte ve 0°C sıcaklıkta, açık hava basıncı 1atm olarak hesaplanır*” ifadesinin yanlış olduğunu belirleyip C seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %23 ve %28 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %83 ve %75 olmuştur.

Beşinci sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden; “*bir gazın hacmi, içinde bulunduğu kapalı kabın hacmi kadar*” olduğunu, madde kökünde yer alan yanlış öncüllerin ise doğrusunu ifade etmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı %10 ve %6 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %66 ve %65 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-8 kodlu öğrencinin ifadeleri “*barometre kapalı kaplarda, manometre ise açık kaplarda kullanılır. Pistonlu kapta dış basınçla iç basınç eşittir. Kapalı kapta gazın hacmi kap hacmine eşittir. Deniz seviyesinde basınç 1’dir*”

şeklindedir. Öğrenci doğru cevabın tüm yönlerini değil de, ifade edilen bu durumlardan en az bir tanesini yazması ve yazdığı ifadelerde yanlışlı bir ifadesinin olmaması halinde bu öğrencinin cevabı *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ancak ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soru için *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Bazı öğrencilerin açıklamalarında yukarıda belirtilen doğru ifadelerden bir veya birkaçı yer almasına rağmen, açıklamalarının içerisinde yanlışlı fikirler de yer almıştır. Bu cevaplar *belirli bir yanlışlıyla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanlışlıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı %63 ve %81 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %30 ve %28 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanlışlıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-1 kodlu öğrencinin ifadeleri “*Açık hava basıncı deniz seviyesinde 1atm’dir. Açık hava basıncı manometre ile ölçülür*” şeklindedir. Eğer öğrencinin açıklamalarının tamamı yanlışlı veya yanlış ifadeler ise ya da ikinci aşama boş bırakılmışsa, bu öğrenciler *yanlışlı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanlışlı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %26 ve %12 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %3 ve %6 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanlışlı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-30 kodlu öğrencinin ifadeleri “*Hiçbirinden emin değilim*” şeklindedir.

Gazlar Başarı Testi’nde yer alan birinci, yedinci, on dördüncü ve on dokuzuncu sorular, “11.3.1. *Gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerini ve bunların ölçülme yöntemlerini açıklar*” kazanımının “*Gazların özelliklerine ilişkin gözlemsel (Boyle ve Charles) yasaları hatırlatılarak Avogadro yasası işlenir*” şeklindeki b açıklamasıyla ilgilidir. Birinci, yedinci, on dördüncü ve on dokuzuncu sorulara verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 11’de sunulmaktadır.

Tablo 11. Deney ve Kontrol Gruplarının Birinci, Yedinci, On Dördüncü ve On Dokuzuncu Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
1	I. Aşama	Doğru	6	20	9	28	27	90	22	68
		Yanlış	24	80	23	71	3	10	10	31
	II. Aşama	Tam Anlama	5	16	7	21	26	86	18	56
		Kısmen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Belirli Bir Yanlışlıyla Kısmen Anlama	4	13	3	9	1	3	9	28
		Yanlışlı, İlgisiz veya Boş	21	70	22	68	3	10	5	15

Tablo 11'in devamı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
7	I. Aşama	Doğru	8	26	10	31	28	93	25	78
		Yanlış	22	73	22	68	2	6	7	21
	II.Aşama	Tam Anlama	3	10	5	15	28	93	25	78
		Kismen Anlama	0	0	1	3	0	0	0	0
		Belirli Bir Yanılgıyla Kismen Anlama	12	40	14	43	0	0	3	9
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	15	50	12	37	2	6	4	12
14	I. Aşama	Doğru	8	26	12	37	26	86	30	93
		Yanlış	22	73	20	62	4	13	2	6
	II.Aşama	Tam Anlama	6	20	3	9	23	76	22	68
		Kismen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Belirli Bir Yanılgıyla Kismen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	24	79	29	90	7	23	10	30
19	I. Aşama	Doğru	8	26	11	34	24	80	20	62
		Yanlış	22	73	21	65	6	20	12	37
	II.Aşama	Tam Anlama	0	0	0	0	17	56	8	25
		Kismen Anlama	5	16	6	18	6	20	9	28
		Belirli Bir Yanılgıyla Kismen Anlama	2	6	2	6	0	0	4	12
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	23	76	24	75	7	23	11	34

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerden Charles yasasına dair bilgi düzeyleri birinci soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrencilerin belirli bir miktar gazın sıcaklık değişimiyle hacminde meydana gelecek değişiklik konusunda bilgileri irdelenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden X ve Y değişkenleri arasında Charles kanununa uygun olarak sıcaklık arttıkça hacmin artacağını düşünerek D seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %20 ve %28 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %90 ve %68 olmuştur.

Birinci sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde, öğrenciden Charles kanununa göre sıcaklık ve hacmin doğru orantılı olarak arttığını ifade etmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %16 ve %21 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %86 ve %56 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-12 kodlu öğrencinin ifadesi "*P.V/n.R.T formülüne göre T ile V doğru orantılıdır*" şeklindedir. Ön ölçüm ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kismen anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Eğer öğrencinin açıklamalarında hem doğru hem de yanılgılı fikirler yer alıyorsa, bu öğrencinin cevabı *belirli bir yanılgıyla kismen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde

deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı %13 ve % 9 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %3 ve %28 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-13 kodlu öğrencinin ifadesi “*mol kütlesi arttığı için hacimde artar. Gazın mol sayısı ile hacmi doğru orantılıdır*” şeklindedir. Eğer öğrencinin açıklamalarının tamamı yanılılı veya yanlış ifadeler ise ya da ikinci aşama boş bırakılmışsa, bu öğrenciler *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %70 ve %68 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %10 ve %15 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-8 kodlu öğrencinin ifadesi “*basınçla hacim ters orantılıdır*” şeklindedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerine ilişkin Avogadro yasasına dair bilgi düzeyleri yedinci soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrencilerin sabit hacimli bir kapta madde miktarı ve hacim arasındaki ilişki hakkında bilgileri irdelenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden kabın sabit hacimli olduğunu fark ederek ilave edilen madde miktarının hacmi değiştirmeyeceğini anlaması beklenmektedir. Hacmin değişmemesi nedeniyle madde ilavesinin basıncın artışına yol açacağını düşünerek C seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %26 ve %31 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %93 ve %78 olmuştur.

Yedinci sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden *kabın hacminin sabit olması nedeniyle, gaz eklense de hacminin değişmeyeceğini, dolayısıyla kabın çeperlerine taneciklerin daha fazla çarpacağını ve basıncın artacağını* ifade etmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %10 ve %15 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %93 ve %78 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-10 kodlu öğrencinin ifadesi “*sabit hacimli kapta hacim aynıdır ama basınç artar*” şeklindedir. Bu sorunun ikinci aşamasında yaptığı açıklamalarda doğru ifadeler yer veren ancak olması gereken cevabın tüm yönlerini ifade etmeyen öğrenciler kısmen *anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %0 ve %3 iken, son ölçümde bu kategoride hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Bu soru için *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-6 kodlu öğrencinin ifadeleri “*hacim değişmez, mol sayısı artar*” şeklindedir. İkinci aşamadaki açıklamalarında doğru ifadeler yer vermesine rağmen, açıklamalarının içerisinde yanılılı fikirlerin de yer aldığı öğrenciler *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu

öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı %40 ve %43 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %0 ve %9 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-22 kodlu öğrencinin ifadesi “*hacim aynı olduğu için basınç ta artar, tanecikler hızlanır*” şeklindedir. Eğer öğrencinin açıklamalarının tamamı yanılılı veya yanlış ifadeler ise ya da ikinci aşama boş bırakılmışsa, bu öğrenciler *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %50 ve %37 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %6 ve %12 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-29 kodlu öğrencinin ifadesi “*Taneciklerin hızları artacaktır*” şeklindedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerine ilişkin Avogadro yasasına dair bilgi düzeyleri on dördüncü soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrencilerin hareketli pistonu sahip bir kapta madde miktarı ilavesiyle hacimde meydana gelecek durum hakkındaki bilgileri irdelenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden hareketli pistonu sahip kabın özelliğini bilerek madde miktarının hacmi arttıracağını düşünmesi gerekmekte ve E seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %26 ve %37 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %86 ve %93 olmuştur.

On dördüncü sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden “*Avogadro yasasına göre mol sayısının artması hareketli pistonu sahip kabın hacmini arttırır*” şeklinde açıklama yapması beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %20 ve %9 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %76 ve %68 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-17 kodlu öğrencinin ifadesi “*tüpten geçen tanecikler sebebiyle mol sayısı ve hacim artar*” şeklindedir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Benzer durum *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisi için de geçerlidir. Eğer öğrencinin açıklamalarının tamamı yanılılı veya yanlış ifadeler ise ya da ikinci aşama boş bırakılmışsa, bu öğrenciler *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %79 ve %90 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %23 ve %30 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-22 kodlu öğrencinin ifadesi “*hacim değişmez*” şeklindedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerine ilişkin Boyle yasasına dair bilgi düzeyleri on dokuzuncu soruyla belirlenmiştir.

Bu soruda öğrencilerin sabit sıcaklıkta bir miktar gazın basınç hacim özelliklerine ilişkin bilgileri grafik kullanılarak irdelenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden aynı gazın K ve L noktalarındaki durumlarına dair basınç hacim özelliklerini göz önünde bulundurarak öncüllerden birinci ve üçüncü öncülün doğru olduğunu düşünmesi ve E seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %26 ve %34 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %80 ve %62 olmuştur.

On dokuzuncu sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden *Boyle yasasına göre basınç ve hacim çarpımlarının aynı olduğunu, hacim azalıp basınç arttıkça tanecikler arası mesafenin azalacağını* ifade etmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde açıklama yapan hiç öğrenci olmadığı görülmektedir, son ölçümde bu oranların sırasıyla %56 ve %25 olduğu görülmektedir. Ön ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-15 kodlu öğrencinin ifadesi “*sabit sıcaklıkta belli miktardaki gazın P.V çarpımı değişmez. L noktasında hacim az olduğu için basınç fazladır, tanecikler arası mesafe K noktasına göre daha azdır*” şeklindedir. Beklenen cevabın tüm yönlerini değil de, ifade edilen bu durumlardan en az bir tanesini yazan ve yazdığı ifadelerde yanlış bir ifadesi bulunmayan öğrenciler *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %16 ve %18 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %20 ve %28 olduğu görülmektedir. Bu soru için *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-13 kodlu öğrencinin ifadesi “ $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ Çarpımlar birbirine eşittir” şeklindedir. Bilimsel olarak doğru ve yanlış ifadeleri bir arada içeren açıklamalar sunan öğrenciler *belirli bir yanlışla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanlışla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranları eşit ve % 6 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %0 ve %12 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanlışla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-22 kodlu öğrencinin ifadesi “*axd ile bxc birbirine eşit olduğu için çarpımlarda birbirine eşittir. Hacim daha az olduğu için L noktasında tanecikler birbirine daha yakındır*” şeklindedir. Açıklamalarının tamamı yanlış veya yanlış olan ya da ikinci aşamayı boş bırakan öğrenciler *yanlış, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanlış, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %76 ve %75 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %23 ve %34 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanlış, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-7 kodlu öğrencinin ifadesi “*K'dan L'ye doğru taneciklerin çarpışma sayısı azalır*” şeklindedir.

Gazlar Başarı Testi'nde yer alan on sekizinci soru, "11.3.1. *Gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerini ve bunların ölçülme yöntemlerini açıkla*" kazanımının "Bilimin doğası temelinde teori ile yasa arasındaki fark irdelenir" şeklindeki c açıklamasıyla ilgilidir. On sekizinci soruya verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 12'de sunulmaktadır.

Tablo 12. Deney ve Kontrol Gruplarının On Sekizinci Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
18	I. Aşama	Doğru	3	10	5	15	10	33	8	25
		Yanlış	27	90	27	84	20	66	24	75
	II. Aşama	Tam Anlama	0	0	0	0	3	10	2	6
		Kısmen Anlama	8	26	5	15	13	43	9	28
		Belirli Bir Yanılgıyla	10	33	13	40	8	26	7	21
		Kısmen Anlama								
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	12	40	14	43	6	20	14	43

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerine ilişkin bilimin doğası temelinde teori ile yasa arasındaki farka dair bilgi düzeyleri on sekizinci soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrencilerin teori ve yasa kavramlarına ilişkin bilgileri irdelenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden gazlarda kinetik teori hakkında bilgiyi okumaları, ardından teori ve yasa hakkında verilen bilgileri düşünerek yanlış olan E seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %10 ve %15 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %33 ve %25 olmuştur.

On sekizinci sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde yer alan öğrenciden *teori ve yasa kavramlarının farklı birer kavram olduğunu, yasaların olgulara ilişkin genellemeler iken, teorilerin ise daha çok bu genellemelerin açıklamaları olduğunu* ifade etmesi gerekmektedir. Ayrıca bu kategorideki cevaplarda *teorilerin zamanla gelişebileceğinden, yapılan gözlemler ve elde edilen bulgular sayesinde değişebileceğinden* bahsedilmesi gerekmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir, son ölçümde bu oranların deney ve kontrol gruplarında sırasıyla %10 ve %6 olduğu görülmektedir. Son ölçüm de *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-25 kodlu öğrencinin ifadesi "*teoriler olaylara ilişkin bilimsel açıklamalardır. Her teori yasa olmaz. Örneğin kinetik teori. Yasalar ise genellikle olaylara ilişkin genellemelerdir. Örneğin Charles yasası*" şeklindedir. Belirtilen cevabın tüm yönlerini değil de, ifade edilen bu durumlardan

en az bir tanesini içeren ve içerisinde yanılığılı bir ifade bulunmayan öğrenci açıklamaları *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %26 ve %15 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %43 ve %28 olduğu görülmektedir. Bu soru için *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-23 kodlu öğrencinin ifadeleri *"Yasa ve teori ayrı şeylerdir. Tüm teoriler yasa olmak zorunda değil sadece bunu biliyorum"* şeklindedir. Cevaplarında yukarıda belirtilen doğru ifadelerden bir veya birkaçı yer almasına rağmen, açıklamalarının içerisinde yanılığılı fikirler yer alan öğrenciler *belirli bir yanılığılıyla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılığılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranları sırasıyla %33 ve %40 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %26 ve %21 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanılığılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-16 kodlu öğrencinin ifadesi *"İkisi de önemli açıklamalardır. Teoriler değişir ama yasalar hep kalır, değişmez"* şeklindedir. Eğer öğrencinin açıklamalarının tamamı yanılığılı veya yanlış ifadeler ise ya da ikinci aşama boş bırakılmışsa, bu öğrenciler *yanılığılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılığılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %40 ve %43 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %20 ve %43 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılığılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-2 kodlu öğrencinin ifadesi *"Teoriler bir süre sonra yasalara dönüşür"* şeklindedir.

Gazlar Başarı Testi'nde yer alan on birinci soru, "11.3.2. Deneysel yoldan türetilmiş gaz yasaları ile ideal gaz yasası arasında ilişki kurar" kazanımının "Boyle, Charles ve Avogadro yasalarından yola çıkılarak ideal gaz denklemi türetilir" şeklindeki açıklamasıyla ilgilidir. On birinci soruya verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 13'te sunulmaktadır.

Tablo 13. Deney ve Kontrol Gruplarının On Birinci Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
11	I. Aşama	Doğru	4	13	3	9	25	83	20	62
		Yanlış	26	86	29	90	5	16	12	37
	II. Aşama	Tam Anlama	2	6	3	9	25	83	18	56
		Kısmen Anlama	20	66	24	75	3	10	11	34
		Belirli Bir Yanılığılıyla Kısmen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Yanılığılı, İlgisiz veya Boş	8	26	5	15	2	6	3	9

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Boyle, Charles ve Avogadro yasalarından yola çıkılarak ideal gaz denkleminin türetilmesine dair bilgi düzeyleri on birinci soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrencilerin ideal gaz denkleminin oluşturulmasında kullanılan yasalara ilişkin bilgileri irdelenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden Boyle yasası, Charles yasası ve Avogadro yasasını belirleyerek E seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %13 ve %9 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %83 ve %62 olmuştur.

On birinci sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden *ideal gaz denkleminin Boyle, Charles ve Avogadro yasaları kullanılarak oluşturulduğunu ifade etmesi veya bu yasaların denklemlerini yazması* beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %6 ve %9 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %83 ve %56 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-28 kodlu öğrencinin ifadesi “Avogadro, Charles ve Boyle yasaları kullanılır” şeklindedir. Cevabında sadece bu yasalardan bir veya ikisinden bahseden veya bu yasaların denklemlerini yazan öğrenciler *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %66 ve %75 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %10 ve %34 olduğu görülmektedir. Bu soru için *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-1 kodlu öğrencinin ifadesi “Boyle, Charles vardı diye biliyorum” şeklindedir. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Cevabının tamamı yanılı veya yanlış ifadeleri içeren ya da boş bırakan öğrenciler *yanılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %26 ve %15 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %6 ve %9 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren D-2 kodlu öğrencinin ifadesi “Bilmiyorum yakın geleni işaretledim” şeklindedir.

Gazlar Başarı Testi’nde yer alan sekizinci ve on beşinci sorular, “11.3.2. Deneysel yoldan türetilmiş gaz yasaları ile ideal gaz yasası arasında ilişki kurar” kazanımının “ideal gaz denklemini kullanılarak örnek hesaplamalar yapılır” şeklindeki açıklamasıyla ilgilidir. Sekizinci ve on beşinci sorulara verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 14’te sunulmaktadır.

Tablo 14. Deney ve Kontrol Gruplarının Sekizinci ve On Beşinci Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
8	I. Aşama	Doğru	4	13	6	18	22	73	17	53
		Yanlış	26	86	26	81	8	26	15	46
	II. Aşama	Tam Anlama	3	10	2	6	19	63	16	50
		Kısmen Anlama	3	10	8	25	4	13	10	31
		Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	24	80	22	68	7	23	6	18
15	I. Aşama	Doğru	6	20	8	25	24	80	25	78
		Yanlış	24	80	24	75	6	20	7	21
	II. Aşama	Tam Anlama	4	13	5	15	20	66	24	75
		Kısmen Anlama	5	16	3	9	8	26	5	15
		Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	21	70	24	75	2	6	3	9

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ideal gaz denklemini kullanarak işlem yapabilme düzeyleri sekizinci soruyla belirlenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden ideal gaz denklemini kullanarak soruyu çözmesi ve D seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %13 ve %18 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %73 ve %53 olmuştur.

Sekizinci sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden ideal gaz formülünü ya da sonuca götürecek bir formülü yazıp soruyu çözmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %10 ve %6 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %63 ve %50 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-4 kodlu öğrenci ideal gaz denklemini taraf tarafa oranlayıp gerekli işlemleri takip ettikten sonra doğru sonuca ulaşmıştır. Bunun yanında ideal gaz formülünü yazıp, doğru sonuca ulaşamayan öğrenciler, *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %10 ve %25 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %13 ve %31 olduğu görülmektedir. Örneğin; *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-4 kodlu öğrenci "*n ve R sabit tutulması gerekir çünkü bilgi verilmemiş*" diyerek ideal gaz denklemini yazmış, işlem yapmış ancak doğru sonuca ulaşamamıştır. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. İdeal gaz denklemini yanlış yazan, açıklamalarında yanılgılı ifadeler yer veren, doğru sonuca ulaşamayan, ilişkisiz

ifadeler yazan veya boş bırakan öğrenciler *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %80 ve %68 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %23 ve %18 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-2 kodlu öğrencinin ifadesi “*Bilmiyorum*” şeklindedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ideal gaz denklemini kullanarak işlem yapabilme düzeylerini araştıran diğer soru testteki on beşinci sorudur. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden ideal gaz denklemini kullanarak soruyu çözmesi ve A seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %20 ve %25 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %80 ve %78 olmuştur.

On beşinci sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden ideal gaz formülünü yazıp soruyu çözmesi ve bunu açıklama kısmında belirtmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %13 ve %15 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %66 ve %75 olduğu görülmektedir. Ön ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-7 kodlu öğrenci ideal gaz denklemini yazıp, gerekli işlemleri takip ettikten sonra doğru sonuca ulaşmıştır. Bunun yanında ideal gaz formülünü belirleyip doğru cevaba ulaşamayan öğrenciler *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %16 ve %9 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %26 ve %15 olduğu görülmektedir. Bu soru için *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-19 kodlu öğrenci; “*PxV= nxRxT*” formülünü yazmış, ancak birim matematiksel işlemler sonucu doğru sonuca ulaşamamıştır. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. İdeal gaz denklemini yanlış yazan, açıklamalarında yanılgılı ifadeler veren, doğru sonuca ulaşamayan, ilişkisiz ifadeler sunan veya boş bırakan öğrenciler *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %70 ve %75 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %6 ve %9 olduğu görülmüştür. Örenğin; bu soru için *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-23 kodlu öğrenci sorunun ikinci aşamasını boş bırakmış, sadece doğru cevabı işaretlemiştir.

Gazlar Başarı Testi’nde yer alan on üçüncü soru, “11.3.2. Deneysel yoldan türetilmiş gaz yasaları ile ideal gaz yasası arasında ilişki kurar” kazanımının “Normal şartlarda gaz hacimleri kütle ve mol sayılarıyla ilişkilendirilir” şeklindeki açıklamasıyla ilgilidir. On üçüncü

soruya verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 15’de sunulmaktadır.

Tablo 15. Deney ve Kontrol Gruplarının On Üçüncü Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
13	I. Aşama	Doğru	7	23	8	25	25	83	27	84
		Yanlış	23	76	24	75	5	16	5	15
	II.Aşama	Tam Anlama	3	10	2	6	21	70	25	78
		Kısmen Anlama	5	16	6	18	4	13	5	15
		Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	2	6	5	15	1	3	0	0
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	20	66	19	59	4	13	2	6

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların kütlesi, hacmi ve mol sayıları arasında ilişki kurabilme düzeyleri on üçüncü soruyla belirlenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden SO₂ ve CO₂ gazlarının mol sayılarını hesaplayıp, ardından kapladıkları hacimle ilişki kurarak A seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %23 ve %25 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %83 ve %84 olmuştur.

On üçüncü sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden kütle numaralarını dikkate alarak mol sayılarını hesaplaması ya da çeşitli yollardan hesapladığı sonucu hacimve mol ilişkisi bağlamında açıklaması beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %10 ve %6 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %70 ve %78 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-9 kodlu öğrenci SO₂ ve CO₂ kütlelerini doğru şekilde hesapladıktan sonra mol sayılarını bulmuş ve yarım molde V hacmi varsa iki molde 4V hacim olur. Toplamda 5V olur hesaplamasını yaparak doğru sonuca ulaşmıştır. Cevabında mol sayılarını doğru hesaplayıp sonra işlem yaparken doğru cevaba ulaşamayan öğrencil *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %16 ve %18 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %13 ve %15 olduğu görülmektedir. Bu soru için *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-19 kodlu öğrenci mol hesaplamalarını doğru şekilde yapıp, toplam hacmi belirlerken yanlış hesaplamıştır. SO₂'nin molünü 0,5 olarak ve CO₂'nin molünü 2 olarak bulmuş, ancak toplam hacmi doğru belirleyememiştir. Mol hesaplarını yanlış yapan ancak doğru sonuca ulaşan veya mol sayısını doğru hesaplayıp, toplam mol sayısını hacim olarak düşünen (2,5V)

öğrenciler *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %6 ve %15 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %3 ve %0 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-11 kodlu öğrencinin ifadesi " $S + O_2 = 64gr$ 0,5 mol 0,5 V hacim ise, 88gr 2mol 2V hacim olur. Toplamda 2,5V olur" şeklindedir. Mol sayılarını ve toplam hacmi yanlış hesaplayan ve açıklamaları da yanılıyla ifadeleri içeren, ilişkisiz ifadeler yazan veya boş bırakan öğrenciler *yanılıyla, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılıyla, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %66 ve %59 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %13 ve %6 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılıyla, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-22 kodlu öğrenci " $32gr$ V ise, 88gr 2,5 V civarındadır" şeklinde açıklama yapmıştır.

Gazlar Başarı Testi'nde yer alan dördüncü soru, "11.3.2. Deneysel yoldan türetilmiş gaz yasaları ile ideal gaz yasası arasında ilişki kurar" kazanımının "Victor-Meyer yöntemi ve gaz kanunları yardımıyla mol kütlesi hesaplama konusu kısaca tanıtılır" şeklindeki açıklamasıyla ilgilidir. On üçüncü soruya verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 16'da sunulmaktadır.

Tablo 16. Deney ve Kontrol Gruplarının Dördüncü Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
4	I. Aşama	Doğru	4	13	5	15	24	80	25	78
		Yanlış	26	86	27	84	6	20	7	21
	II. Aşama	Tam Anlama	1	3	2	6	24	80	24	75
		Kısmen Anlama	5	16	5	15	4	13	6	18
		Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Yanılıyla, İlgisiz veya Boş	24	80	25	78	2	6	2	6

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Victor-Meyer yöntemini kullanarak işlem yapabilme düzeyleri dördüncü soruyla belirlenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden Victor-Meyer yöntemini kullanarak soruda sorulan mol kütlesi hesabını yapması ve B seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %13 ve %15 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %80 ve %78 olmuştur.

Dördüncü sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden Victor-Meyer yöntemi olarak bilinen formülü yazarak soruyu çözmesi ya da ideal gaz formülünü ve

yoğunluk formülünü kullanarak doğru cevaba ulaşması beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %3 ve %6 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %80 ve %75 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-10 kodlu öğrenci ideal gaz denkleminde ve yoğunluk formülünden yararlanarak kütle numarasını hesaplamış ve doğru sonuca ulaşmıştır. Bunun yanında herhangi iki yoldan birini seçerek işlem yaparken doğru formülleri yazan ancak hesaplamalar sırasında yanlış cevaba ulaşan öğrenciler *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %16 ve %15 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %13 ve %18 olduğu görülmektedir. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. İlgisiz, yanlış veya boş bırakılan açıklamalar *yanılgılı, ilgisiz veya boş* olarak değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %80 ve %78 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %6 ve %6 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren D-11 kodlu öğrenci sorunun ikinci aşamasına herhangi bir açıklama yapmamıştır.

Gazlar Başarı Testi'nde yer alan üçüncü ve onuncu sorular, "11.3.3. Gaz davranışlarını kinetik teori ile açıklar" kazanımının "Kinetik teorisinin temel varsayımları kullanılarak Graham difüzyon ve efüzyon yasası üretilir" şeklindeki açıklamasıyla ilgilidir. Üçüncü ve onuncu sorulara verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 17'de sunulmaktadır.

Tablo 17. Deney ve Kontrol Gruplarının Üçüncü ve Onuncu Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
3	I. Aşama	Doğru	7	23	10	31	25	83	26	81
		Yanlış	23	76	22	68	5	16	6	18
	II. Aşama	Tam Anlama	3	10	6	18	24	80	23	71
		Kısmen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	7	22	6	18	4	13	3	9
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	20	66	20	62	2	6	6	18

Tablo 17'nin devamı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
10	I. Aşama	Doğru	4	13	3	9	23	76	27	65
		Yanlış	26	86	29	90	7	23	5	34
	II. Aşama	Tam Anlama	2	6	3	9	20	66	15	46
		Kısmen Anlama	8	26	6	18	7	23	5	15
		Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	4	13	5	15	3	10	10	31
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	16	53	18	56	0	0	2	6

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin kinetik teorinin temel varsayımları kullanılarak oluşturulan efüzyon yasasına ilişkin bilgileri üçüncü soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrencilerin efüzyon kanununa göre taneciklerin hareketine, uygun şekilde karar vermeleri istenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden gazların denge konumunda 6 mol gazın A kabında, 2 mol gazın ise B kabına yerleştiğini tespit etmesi ve B seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %23 ve %31 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %83 ve %81 olmuştur.

Üçüncü sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden gazın kabin her iki kısmında homojen dağılacığını ya da hacimlerle orantılı olarak dağılacığını ifade etmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %10 ve %18 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %80 ve %71 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-12 kodlu öğrencinin ifadesi "*sabit hacimli bir kaptaki bulunan gaz molekülleri ortama homojen olarak dağılırlar*" şeklindedir. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Cevabında doğru açıklama sunmasına rağmen, cevabının içerisinde yanılgılı/yanlış fikirlerin de olduğu öğrenciler *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %22 ve %18 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %13 ve %9 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-10 kodlu öğrencinin ifadesi "*homojen dağılacığı için her iki tarafta 4 mol gaz olacaktır*" şeklindedir. Açıklamalarının tamamı yanılgılı veya yanlış ifadeler içeren, ilişkisi cevaplar sunan veya ikinci aşamayı boş bırakan öğrenciler *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %66 ve %62 iken, son ölçümde bu oranların

sırasıyla %6 ve %18 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren D-27 kodlu öğrenci “*He gazı diğer tarafa geçmeyecektir*” şeklinde açıklama yapmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin kinetik teorinin temel varsayımları kullanılarak oluşturulan difüzyon yasasına ilişkin bilgileri onuncu soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrencilerin difüzyon kanununa göre gaz taneciklerinin hareketine ilişkin verilen bilgilerden uygun olanlarına karar vermeleri istenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden difüzyon kanununa uygun olarak molekül kütlesi ve sıcaklık ile yayılma hızı ilişkisini doğru kurması ve D seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %13 ve %9 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %76 ve %65 olmuştur.

Onuncu sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden; borudaki ilerleme durumlarını dikkate alarak X gazının molekül kütlesinin Y gazının molekül kütlesinden küçük olduğunu tespit etmesi, X gazının daha hızlı yayıldığını ve ısıtılan gazın daha hızlı yayılacağını belirtmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %6 ve %9 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %66 ve %46 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-23 kodlu öğrenci difüzyon formülünü yazarak “*Y 2 birim, X 4 birim hareket ettiğine göre X daha hızlıdır, Y nin mol kütlesi daha büyüktür. Y'nin daha hızlı hareket etmesi için ise ısıtmak gereklidir*” şeklinde açıklamasını ifade etmiştir. Yukarıda ifade edilen beklenen cevabın tüm yönlerini değil de, ifade edilen bu durumlardan en az bir tanesini yazan ve yazdığı ifadeler içerisinde herhangi bir yanılgıya rastlanmayan öğrenciler *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %26 ve %18 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %23 ve %15 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-20 kodlu öğrenci “*X dört gitmiştir Y ise 2 gitmiştir. X daha hızlıdır*” şeklinde açıklamasını ifade etmiştir. Cevabında yukarıda belirtilen doğru ifadelerden bir veya birkaçı yer almasına rağmen, açıklamalarının içerisinde yanılgılı fikirlerin yer aldığı öğrenciler *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %13 ve %15 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %10 ve %31 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-12 kodlu öğrencinin ifadesi “*X daha hafiftir daha hızlı gider. Isıtmak hızı etkilemez*” şeklindedir. Açıklamalarının tamamı yanılgılı veya yanlış ifadeler içeren, ilişkisiz cevaplar sunan veya ikinci aşamayı boş bırakan öğrenciler *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde

değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %53 ve %56 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %0 ve %6 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren D-24 kodlu öğrenci “*formülünü hatırlamıyorum*” şeklinde açıklama yapmıştır.

Gazlar Başarı Testi'nde yer alan on altıncı soruya, “11.3.4. *Gazların sıkışma/genleşme sürecindeki davranışlarını sorgulayarak gerçek gaz-ideal gaz ayrımı yapar*” kazanımının “*Gerçek gazların hangi durumlarda ideallikten saptığı irdelenir*” şeklindeki açıklamasıyla ilgilidir. On altıncı soruya verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 18'de sunulmaktadır.

Tablo 18. Deney ve Kontrol Gruplarının On Altıncı Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
16	I. Aşama	Doğru	5	16	7	21	24	80	16	50
		Yanlış	25	83	25	78	6	20	16	50
	II. Aşama	Tam Anlama	0	0	0	0	19	63	7	21
		Kısmen Anlama	3	10	1	3	8	26	3	9
		Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	15	50	17	53	1	3	9	28
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	12	40	14	43	2	6	13	40

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin “*gazların sıkışma/genleşme sürecindeki davranışlarını sorgulayarak gerçek gazların ideallikten saptığı durumlara*” ilişkin bilgileri on altıncı soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrencilerin gerçek bir gazın ideal gaz davranışları gösterebilmesi için yapılması gereken işlemler hakkında verilen seçeneklerden doğru olanlarına karar vermeleri istenmiştir. Bu sorunun doğru cevabı B seçeneğidir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %16 ve %21 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %80 ve %50 olmuştur.

On altıncı sorunun ikinci kısmında tam anlama *kategorisinde öğrenciden küçük mol kütlesi, düşük basınç, yüksek sıcaklık, tanecikler arası uzaklığın fazla ve dolayısıyla etkileşimin az olması gibi durumları içeren* bir açıklama yapması Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %63 ve %21 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-14 kodlu öğrenci “*Düşük basınçta ve yüksek sıcaklıkta gazlar ideale yaklaşır. Molekül kütlesi az olanlar ideale daha yakın davranışlar sergilerler. Yoğunluğun artırılması değil, azaltılması gerekir*”

şeklinde açıklama yapmıştır. Cevabında beklenen açıklamaların tamamını değil de, en az bir tanesini yazan ve yazdığı ifadelerde yanılıklı bir fikir bulunmayan öğrenciler *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %10 ve %3 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %26 ve %9 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-21 kodlu öğrenci “*düşük basınç ve yüksek sıcaklıkta gazlar ideal gaz gibi davranırlar*” şeklinde açıklama yapmıştır. Cevabında beklenen açıklamaların bir kısmına yer veren, ancak aynı zamanda yanılıklı ifadeleri de bulunan öğrenciler belirli bir yanılılıkla *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılılıkla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %50 ve %53 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %3 ve %28 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanılılıkla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-9 kodlu öğrencinin ifadesi “*düşük basınç ve düşük sıcaklıkta ideal gaz oluyordu. Mol kütlesi büyük olanlar ideale daha yakındır*” şeklindedir. Açıklamalarının tamamı yanılıklı veya yanlış ifadeler içeren, ilişkisiz cevaplar yazan veya ikinci aşamayı boş bırakan öğrenciler *yanılıklı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılıklı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %40 ve %43 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %6 ve %40 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılıklı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren D-2 kodlu öğrenci “*ya hepsi doğru ya da hepsi yanlış*” şeklinde açıklama yapmıştır.

Gazlar Başarı Testi'nde yer alan on ikinci ve yirminci sorular, “11.3.4. *Gazların sıkışma/genleşme sürecindeki davranışlarını sorgulayarak gerçek gaz-ideal gaz ayrımı yapar*” kazanımının “*Karbondioksitin ve suyun faz diyagramı açıklanarak buhar ve gaz kavramları arasındaki fark vurgulanır*” şeklindeki b açıklamasıyla ilgilidir. On ikinci ve yirminci sorulara verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 19'da sunulmaktadır.

Tablo 19. Deney ve Kontrol Gruplarının On İkinci Ve Yirminci Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
12	I. Aşama	Doğru	6	20	7	21	22	73	17	53
		Yanlış	24	80	25	78	8	26	15	46
	II. Aşama	Tam Anlama	3	10	2	6	19	63	16	50
		Kısmen Anlama	5	16	8	25	3	10	2	6
		Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	7	23	4	12	2	6	9	28
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	15	50	18	56	6	20	5	15
20	I. Aşama	Doğru	4	13	6	18	23	76	18	56
		Yanlış	26	86	26	81	7	23	14	43
	II. Aşama	Tam Anlama	0	0	0	0	20	66	10	31
		Kısmen Anlama	17	56	12	37	6	20	20	62
		Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	13	43	20	62	4	13	2	6

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin karbondioksitin faz diyagramı üzerinden yola çıkılarak buhar ve gaz kavramları arasındaki farka ilişkin bilgileri on ikinci soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrenciden, karbondioksitin faz diyagramına ilişkin verilen öncüllerden doğru olanlarına karar vermeleri istenmiştir. Sorunun doğru cevabı E seçeneğidir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %20 ve %21 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %73 ve %53 olmuştur.

On ikinci sorunun ikinci kısmında tam anlama kategorisinde öğrenciden; *grafîğe göre katı karbondioksitin 1 atm basınçta erimesinin mümkün olmadığını, 1 atm basınçta -78 °C'nin üstündeki sıcaklıklara çıkıldığında CO₂'nin süblimleşeceğini, basınç arttıkça CO₂'nin erime sıcaklığının sıcaklığının artacağını ve CO₂'nin kritik basıncının 73 atm olduğunu* ifade etmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %10 ve %6 iken, son ölçümde %63 ve %50 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren K-30 kodlu öğrenci "*Grafîğe göre; 1 atm de karbondioksit erimez buhar haline gelir, ayrıca 1 atm'de sıcaklık -78 °C'nin üstüne çıkarsa süblimleşme olur. Basınç artarsa CO₂'nin erime noktası yükselir, kritik basınç 73 atm'dir*" şeklinde açıklama yapmıştır. Yukarıda ifade edilen beklenen cevabın tüm yönlerini değil de, ifade edilen bu durumlardan en az bir tanesini yazan ve yazdığı ifadeler içerisinde herhangi bir yanılgıya rastlanmayan öğrenciler *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %16 ve %25 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %10 ve %6 olduğu görülmektedir.

Son ölçümde *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-15 kodlu öğrenci “Grafiğe göre *katı CO₂'nin 1atm'de erimesi mümkün değildir*” şeklinde açıklama yapmıştır. Cevabında beklenen açıklamaların bir kısmına yer veren, ancak aynı zamanda yanlış ifadeleri de bulunan öğrenciler *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %23 ve %12 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %6 ve %28 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-6 kodlu öğrencinin ifadesi “*katı CO₂ 1atm de erimez süblimleşir. Kritik basınç 5.1'dir*” şeklindedir. Açıklamalarının tamamı yanlış veya yanlış ifadeler içeren, ilişkisiz cevaplar yazan veya ikinci aşamayı boş bırakan öğrenciler *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %50 ve %56 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %20 ve %15 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren D-9 kodlu öğrenci “*katı CO₂ nin 1atm de önce erimesi gerekir sonra buharlaşır*” şeklinde açıklama yapmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin suyun faz diyagramı üzerinden yola çıkılarak buhar ve gaz kavramları arasındaki farka ilişkin bilgileri yirminci soruyla belirlenmiştir. Bu soruda öğrenciden, suyun faz diyagramına ilişkin verilen öncüllerden doğru olanlarına karar vermeleri istenmiştir. Sorunun doğru cevabı E seçeneğidir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %13 ve %18 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %76 ve %56 olmuştur.

Yirminci sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde öğrenciden; “*diyagram üzerinde yer alan A noktasında suyun her üç halinin de olduğunu, 374,3 °C'nin suyun kritik sıcaklığı olduğunu ve bu nedenle bu sıcaklığın üzerinde gaz haldeki suyun sıvılaştırılmayacağını, 200 °C sıcaklık ve 1 atm basınçta suyun buhar halde olduğunu ve 218 atm basınçta 374,3 °C'nin altındaki sıcaklıklarda suyun gaz halde bulunmayacağını*” ifade etmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci bulunmazken, son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranının sırasıyla %66 ve %31 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *tam anlama* kategorisinde cevap veren K-28 kodlu öğrenci “*A noktasında üç halde bulunabilir. 200 C'de ve 1 atm'de buhar bulunur. Kritik nokta 374,3 C ve kritik basınç 218 atm'dir*” şeklinde açıklama yapmıştır. Yukarıda ifade edilen beklenen cevabın tüm yönlerini değil de, ifade edilen bu durumlardan en az bir tanesini içeren ve yazdığı ifadeler içerisinde herhangi bir yanlışlığa rastlanmayan öğrenciler *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön

ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %56 ve %37 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %20 ve %62 olduğu görülmektedir. Son testte kısmen anlama kategorisinde cevap veren D-13 kodlu öğrencinin ifadesi “*A noktasında su her üç halde de olabilir. Suyun kritik sıcaklığı 374,3 °C’dir*” şeklindedir. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Açıklamalarının tamamı yanılılı veya yanlış ifadeler içeren, ilişkisiz cevaplar yazan veya ikinci aşamayı boş bırakan öğrenciler *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %43 ve %62 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %13 ve %6 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-14 kodlu öğrencinin sorunun ikinci aşamasını boş bıraktığı görülmektedir.

Gazlar Başarı Testi’nde yer alan altıncı soru, “*11.3.4. Gazların sıkışma/genleşme sürecindeki davranışlarını sorgulayarak gerçek gaz-ideal gaz ayrımı yapar*” kazanımının “*günelik hayatta yaygın kullanılan ve gerçek gazların hal değişimlerinin uygulamaları olan soğutma sistemleri (Joule-Thomson olayı) örnekleriyle açıklanır*” şeklindeki açıklamasıyla ilgilidir. Altıncı soruya verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 20’de sunulmaktadır.

Tablo 20. Deney ve Kontrol Gruplarının Altıncı Soruya İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
6	I. Aşama	Doğru	5	16	3	9	24	80	18	56
		Yanlış	25	83	29	90	6	20	14	43
	II. Aşama	Tam Anlama	0	0	0	0	10	33	7	21
		Kısmen Anlama	6	20	8	25	12	40	19	59
		Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	2	6	1	3	1	3	1	3
		Yanılılı, İlgisiz veya Boş	22	73	23	71	7	23	5	15

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gerçek gazların hal değişimlerinin uygulamaları olan soğutma sistemlerine ilişkin Joule-Thomson olayı hakkında bilgileri altıncı soruyla belirlenmiştir. Bu soruda Joule-Thomson olayına ilişkin verilen öncüllerden doğru olanlarına karar vermeleri istenmiştir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden Joule-Thomson olayını bilip, verilen öncüllerin doğru olanlarını belirleyerek E seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya

doğru cevap verme oranları sırasıyla %16 ve %9 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %80 ve %56 olmuştur.

Altıncı sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde “*Joule-Thomson olayında gaz genleşmesi sırasında sıcaklık değişimi ne kadar küçükse gaz o kadar ideale yakındır, sıkıştırılan gazlar ortamı ısıtır, genleşen gazlar ise ortamı soğutur, soğutucularda Joule-Thomson olayı ile sıvılaştırılmış akıcı maddeler kullanılır*” açıklamalarını ifade etmeleri beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %33 ve %21 olduğu görülmektedir. Ön ölçüm/son ölçüm de *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-7 kodlu öğrenci “*sıvılaştırılmış akıcı maddeler kullanılır, gazlar sıkışınca ortam ısınır, sıcaklık değişiminin küçük olması gerekir*” şeklinde açıklamasını ifade etmiştir. Tüm öncüller doğru olarak belirlenmiştir. Herhangi ikisi veya birisi açıklama kısmında belirtildiğinde beraberinde yanlış içeren bir ifade de bulunmuyorsa *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %20 ve %25 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %40 ve %59 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-2 kodlu öğrenci “*Joule-Thomson’da akışkan sıvılaştırılmış akıcı maddeler kullanılır, sıkışan gazlar ısıtır pompa gibi genleşirken de soğutur*” şeklinde açıklamasını ifade etmiştir. Ancak öncüllerden herhangi birisi beraberinde yanlış bir ifade barındırıyorsa *belirli bir yanlışlıkla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanlışlıkla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %6 ve %3 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %3 ve %3 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *belirli bir yanlışlıkla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren K-21 kodlu öğrenci “*sıcaklık değişimi ne kadar fazla olursa gaz o kadar ideale yaklaşır, diğerleri doğru*” şeklinde açıklamasını ifade etmiştir. Doğru cevapla ilişkisiz, boş bırakılan ya da doğru cevap barındırmayan bir ifade olduğu takdirde *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %73 ve %71 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %23 ve %15 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-14 kodlu öğrenci “*bunları çok hatırlamıyorum, biraz karışık geldi*” şeklinde açıklamasını ifade etmiştir.

Gazlar Başarı Testi’nde yer alan dokuzuncu ve on yedinci sorular, “11.3.4. gaz karışımlarının kısmi basınçlarını gündelik hayattaki örnekleri üzerinden açıkla” kazanımının “sıvıların doygun buhar basınçları kısmi basınç kavramıyla ilişkilendirilerek su üzerinde

toplanan gazlarla ilgili hesaplamalar yapar” şeklindeki a açıklamasıyla ilgilidir. Dokuzuncu ve on yedinci sorulara verilen öğrenci cevaplarının frekans ve yüzdelik dağılımlarının ön ve son ölçümlerde nasıl değiştiği Tablo 21’de sunulmaktadır.

Tablo 21. Deney ve Kontrol Gruplarının Dokuzuncu ve On Yedinci Sorulara İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Soru No	Aşamalar	Yanıtlar	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			N	%	N	%	N	%	N	%
9	I. Aşama	Doğru	3	10	4	12	17	56	12	37
		Yanlış	27	90	28	87	13	43	20	62
	II.Aşama	Tam Anlama	0	0	0	0	11	36	4	12
		Kismen Anlama	0	0	0	0	0	0	0	0
		Belirli Bir Yanılgıyla Kismen Anlama	2	6	5	15	3	10	6	18
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	28	93	27	84	16	53	22	68
17	I. Aşama	Doğru	2	6	5	15	20	66	18	56
		Yanlış	28	93	27	84	10	33	14	43
	II.Aşama	Tam Anlama	0	0	0	0	18	60	12	37
		Kismen Anlama	0	0	0	0	2	6	3	9
		Belirli Bir Yanılgıyla Kismen Anlama	16	53	13	40	3	10	5	15
		Yanılgılı, İlgisiz veya Boş	14	46	19	59	7	23	12	37

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin sıvıların doygun buhar basınçları hakkında bilgileri dokuzuncu soruyla belirlenmiştir. Bu soruda *kap içindeki sıvının doygun buhar basıncını göz önünde bulundurarak basınç değişimini hesaplaması* gerekmektedir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden aynı sıcaklıkta buhar basıncının değişmeyeceğini bilip piston hareketiyle artan basıncın buhar basıncı dışındaki diğer gaz üzerinde etkili olduğunu hesap ederek A seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %10 ve %12 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %56 ve %37 olmuştur.

Dokuzuncu sorunun ikinci kısmında *tam anlama* kategorisinde, *kap içindeki toplam basıncın x gazı ve su buharı basınçları toplamıyla oluştuğunu belirlemesi, başlangıçta (0,8P) x gazının kısmi basıncının hacmin yarıya inmesi neticesinde iki katına çıkacağını hesaplaması (1,6P), daha sonra da aynı sıcaklıkta değişmeyen buhar basıncı (0,2) ile toplayarak sonucu bulması* ve tüm bu işlemleri matematiksel olarak ifade etmesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %36 ve %12 olduğu görülmektedir. Son ölçüm de *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-19 kodlu öğrenci x gazının basıncını (0,8), piston aşağı inince (1,6), ardından su

buharının basıncının ilavesiyle cevabı (1,8) olarak bulmuştur. Bu sonucu da matematiksel olarak ifade etmiştir. Ön ve son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Pistonun indirilmesiyle basıncın iki katına çıkacağını, hacim değişimine dikkat ederek hesaplaması, doymun buhar basıncını hesaba katmaması ve cevabı 2P olarak işaretlemesi durumunda *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %6 ve %15 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %10 ve %18 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-29 kodlu öğrenci "balonun basıncı kap içindeki basınca eşit olur. 2P olur" şeklinde açıklamasını ifade etmiştir. Doğru cevapla ilişkisiz, boş bırakılan ya da doğru cevap barındırmayan bir ifade olduğu takdirde *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %93 ve %84 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %53 ve %68 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren K-4 kodlu öğrenci bazı sayısal ifadeler yazıp devamında "bu konuyu hatırlamıyorum" şeklinde açıklamasını ifade etmiştir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin sıvıların doymun buhar basınçları hakkında bilgileri on yedinci soruyla belirlenmiştir. Bu soruda kap içindeki *sıvının doymun buhar basıncını göz önünde bulundurarak basınç değişimini grafik üzerinde tespit etmesi* gerekmektedir. Bu sorunun birinci kısmında öğrenciden aynı sıcaklıkta buhar basıncının değişmeyeceğini bilip piston hareketiyle artan basıncın buhar basıncı dışındaki diğer gazlar üzerinde etkili olduğunu düşünerek C seçeneğini işaretlemesi beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya doğru cevap verme oranları sırasıyla %6 ve %15 iken, son ölçümde bu oranlar sırasıyla %66 ve %56 olmuştur.

On yedinci sorunun ikinci kısmında *tam anlama kategorisinde piston hareketiyle x ve y gazlarının kısmi basıncının artacağını fakat aynı sıcaklıkta buhar basıncının basınç değişse de değişmeyeceğini* ifade etmeleri beklenmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmadığı görülmektedir. Son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *tam anlama* kategorisinde cevap verenlerin oranı sırasıyla %60 ve %37 olduğu görülmektedir. Son ölçüm de *tam anlama* kategorisinde cevap veren D-9 kodlu öğrencinin ifadesi "su buharı sadece sıcaklıkla değişir ancak diğerleri artar" şeklinde olmuştur. Açıklamasında piston hareketiyle gazların basınçlarının artacağını belirten, ancak doymun buhar basıncına ilişkin kesin bir ifade belirtmeyen öğrenciler *kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *kısmen*

anlama kategorisinde cevap veren hiç öğrenci olmazken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %6 ve %9 olduğu görülmektedir. Son ölçümde *kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-23 kodlu öğrenci "*P_x ve P_y artar ama P_b'den emin değilim*" şeklinde açıklamasını ifade etmiştir. Açıklama kısmında doygun buhar basıncının özelliğinde yanılarak diğer gazlara ait kısmi basıncın artacağını belirttiğinde *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bu soruya *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları sırasıyla %53 ve %40 iken, son ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerin cevap oranları sırasıyla %10 ve %15 olduğu görülmektedir. Bu soru için *belirli bir yanılıyla kısmen anlama* kategorisinde cevap veren D-21 kodlu öğrenci "*her üç gazında basıncı artar*" şeklinde açıklamasını ifade etmiştir. Açıklamalarında cevaba yönelik doğru ifade belirtmeyen, yanılılı ifadeleri olan ya da hiç açıklama yapmayan öğrenciler *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinden *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranı %46 ve %59 iken, son ölçümde bu oranların sırasıyla %23 ve %37 olduğu görülmüştür. Bu soru için *yanılılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren D-2 kodlu öğrenci "*hepsi artar ama artış miktarları farklı olur herhalde*" şeklinde açıklamasını ifade etmiştir.

Buraya kadar olan kısımda, deney ve kontrol gruplarında gerçekleşen öğretim öncesinde ve sonrasında kullanılan Gazlar Başarı Testi'ndeki sorulara öğrencilerin verdikleri cevapların kategorilere göre dağılımları frekans ve yüzde olarak detaylı bir şekilde sunulmuş, ayrıca bu kategorilere giren öğrenci cevaplarından alıntılar aktarılmıştır. Bir sonraki başlıkta Gazlar Başarı Testi'nin ön ve son ölçümünden alınan toplam öğrenci puanları üzerinden yapılan istatistiksel analiz sonuçları verilecektir.

4. 1. 2. Gazlar Başarı Testi'nden Elde Edilen Genel Bulgular

Bu bölümde öğrencilerin toplam puanları üzerinden yapılan genel istatistiksel analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Bu bölümde sırasıyla; deney grubu ve kontrol grubu ön test puan karşılaştırmaları, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kendi içlerinde ön test ve son test puan karşılaştırmaları ile deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin son test puan karşılaştırmalarına ilişkin elde edilen istatistiksel bulgular sunulmaktadır. Deney grubu ön ve son test puanları ile kontrol grubu ön test ve son test puanları bağımlı gruplar t-testi ile gerçekleştirilirken, deney ve kontrol grupları ön test puanları ile deney ve kontrol grubu son test puanları arasındaki karşılaştırmalar bağımsız gruplar t-testi ile gerçekleştirilmiştir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Gazlar Başarı Testi'nde yer alan sorulardan aldıkları toplam puanların ön ölçüm sonuçları bağımsız gruplar t-testi ile

karşılaştırılmıştır. Tablo 22'de ön ölçüm neticesinde deney ve kontrol gruplarının puanlarının bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına ilişkin veriler sunulmaktadır.

Tablo 22. Deney ve Kontrol Gruplarının Gazlar Başarı Testi'ne İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney	30	23,76	8,64	60	-1,524	0,133
Kontrol	32	26,87	7,40			

*0,05<p

Tablo 23'ten görüldüğü gibi; deney grubundaki öğrencilerin ön ölçüm aritmetik ortalamalarının 23,76 ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön ölçüm aritmetik ortalamalarının 26,87 olduğu anlaşılmaktadır. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t(60) = -1,524$, $p > 0,05$), deney ve kontrol gruplarının ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir.

Deney grubundaki öğrencilerin Gazlar Başarı Testi'nden aldıkları ön ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 23'te deney grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son ölçümden aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 23. Deney Grubunun Gazlar Başarı Testi'ne İlişkin Ön ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Ölçüm	N	\bar{X}	S	r	sd	t	p
Ön Ölçüm	30	23,76	8,64	0,723	29	-35,623	0,000
Son Ölçüm	30	89,33	14,36				

*p<0,05

Tablo 23'ten görüldüğü gibi; deney grubu öğrencilerinin ön ölçümde aritmetik ortalaması 23,76 iken, son ölçümde ise 89,33 olarak tespit edilmiştir. Deney grubu ön ve son test puanları üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t(29) = -35,623$; $p < 0,05$) deney grubunun başarı testinden aldıkları ön ve son ölçüm puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin Gazlar Başarı Testi'den aldıkları ön ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 24'te kontrol grubunda yer

alan öğrencilerin ön ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 24. Kontrol Grubunun Gazlar Başarı Testi'ne İlişkin Ön ve Son Ölçü Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Ölçüm	N	\bar{X}	S	r	sd	t	p
Ön Ölçüm	32	26,87	7,40				
Son Ölçüm	32	75,50	10,45	0,555	31	-31,097	0,000

*p<0,05

Tablo 24'ten görüldüğü gibi; kontrol grubu öğrencilerinin ön ölçümde aritmetik ortalaması 26,87 iken, son ölçümde 75,50 olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu ön ve son test puanları üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t(31) = -31,097$, $p < 0,05$) kontrol grubunun başarı testinden aldıkları ön ve son ölçüm puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Gazlar Başarı Testi'nde yer alan sorulardan aldıkları toplam puanların son ölçüm sonuçları bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 25'te son ölçüm neticesinde deney ve kontrol gruplarının puanlarının bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına ilişkin veriler sunulmaktadır.

Tablo 25. Deney ve Kontrol Gruplarının Gazlar Başarı Testi'ne İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney Grubu	30	89,33	14,36			
Kontrol Grubu	32	75,50	10,45	60	4,355	0,000

*p<0,05

Tablo 25'ten görüldüğü gibi; deney grubundaki öğrencilerin son ölçüm aritmetik ortalamalarının 89,33 ve kontrol grubundaki öğrencilerin son ölçüm aritmetik ortalamalarının 75,50 olduğu anlaşılmaktadır. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t(60) = 4,355$, $p < 0,05$), deney ve kontrol gruplarının son ölçüm puanları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

4. 3. Kimya Dersi Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Modellerle öğretimin 11. sınıf öğrencilerinin kimya dersine yönelik tutumlarına etkisinin belirlenmesi amacıyla deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilere Kimya Dersi Tutum Ölçeği uygulanmıştır. Bu bölümde ön ve son ölçümlerde Kimya Dersi Tutum Ölçeği'nden elde edilen bulgular sunulmaktadır.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumları öğretim sürecinden önce ve öğretim sürecinden sonra ölçülmüştür. Ön ölçüm ile her iki gruptaki öğrencilerin öğretim öncesinde kimya dersine yönelik tutumları belirlenmiştir. Takip edilen öğretim sürecinden sonra öğrencilerin kimya dersine olan tutumlarında herhangi bir değişikliğin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ölçüm sırasındaki kimya dersine yönelik tutumları ve son ölçüm sırasındaki kimya dersine yönelik tutumları bağımsız gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kendi içlerinde, öğretim öncesi ve sonrasında kimya dersine yönelik tutumlarındaki değişimi belirlemek amacıyla ise bağımlı gruplar t-testi kullanılmış ve karşılaştırmalar yapılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Kimya Dersi Tutum Ölçeği'nde yer alan sorulardan aldıkları toplam puanların ön ölçüm sonuçları bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 26'da ön ölçüm neticesinde deney ve kontrol gruplarının puanlarının bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına ilişkin veriler sunulmaktadır.

Tablo 26. Deney ve Kontrol Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği'ne İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney Grubu	30	93,13	7,51	60	-0,548	0,586
Kontrol Grubu	32	94,31	9,28			

*0,05<p

Tablo 26'dan görüldüğü gibi; deney grubundaki öğrencilerin ön ölçüm aritmetik ortalamalarının 93,13 ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön ölçüm aritmetik ortalamalarının 94,31 olduğu anlaşılmaktadır. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(60)} = -0,548$; $p > 0,05$), deney ve kontrol gruplarının ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir.

Deney grubundaki öğrencilerin Kimya Dersi Tutum Ölçeği'nden aldıkları ön ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 78'de deney grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır

Tablo 27. Deney Grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği Ön ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	S	r	sd	t	p
Ön Ölçüm	30	93,13	7,51	0,146	29	-1,667	0,106
Son Ölçüm	30	95,70	5,08				

*0,05<p

Tablo 27’de görüldüğü gibi; deney grubu öğrencilerinin ön ölçümde aritmetik ortalaması 93,13 iken, son ölçümde ise 95,70 olarak tespit edilmiştir. Deney grubu ön ve son ölçüm puanları üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(29)} = -1,667$; $p > 0,05$); deney grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği’nden aldıkları ön ve son ölçüm puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin Kimya Dersi Tutum Ölçeği’nden aldıkları ön ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 28’de kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 28. Kontrol Grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği Ön ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	S	r	Sd	t	p
Ön Ölçüm	32	94,31	9,28	0,441	60	-0,763	0,451
Son Ölçüm	32	95,78	11,12				

*0,05<p

Tablo 28’den görüldüğü gibi; kontrol grubu öğrencilerinin ön ölçüm aritmetik ortalaması 94,31, son ölçümde 95,78 olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu ön ve son test puanları üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(31)} = -0,763$; $p > 0,05$); kontrol grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği’nden aldıkları ön ve son ölçüm puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Kimya Dersi Tutum Ölçeği’nden yer alan sorulardan aldıkları toplam puanların son ölçüm sonuçları bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 29’da son ölçüm neticesinde deney ve kontrol gruplarının puanlarının bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmasına ilişkin veriler sunulmaktadır.

Tablo 29. Deney ve Kontrol Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Deney Grubu	30	95,70	5,08	60	-0,37	0,971
Kontrol Grubu	32	95,78	11,12			

*0,05<p

Tablo 29'a baidığında; deney grubundaki öğrencilerin son ölçüm aritmetik ortalamalarının 95,70 ve kontrol grubundaki öğrencilerin son ölçüm aritmetik ortalamalarının 95,78 olduğu anlaşılmaktadır. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t(60) = -0,37$; $p > 0,05$); deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki akademik başarılarına ve kimya dersine yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması hedeflenmektedir.

Bu bölümde, çalışmadan elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Tartışmalar, araştırma problemleri doğrultusunda ve veri toplama araçlarından elde edilen veriler üzerinden yapılmıştır. Buna göre veri toplama araçlarından elde edilen bulguların tartışması; “*Gazlar Başarı Testi’nden Elde Edilen Bulguların Tartışması*” ve “*Kimya Tutum Ölçeği’nden Elde Edilen Bulguların Tartışması*” şeklinde iki başlık altında sunulmaktadır.

5. 1. Gazlar Başarı Testi’nden Elde Edilen Bulguların Tartışması

Çalışmada, modellerle öğretimin 11. sınıf öğrencilerinin “Gazlar” ünitesindeki başarılarına etkisini belirlemek amacıyla Gazlar Başarı Testi kullanılmıştır. Bu bölümde Gazlar Başarı Testi’nden elde edilen bulgular, ilgili literatürle desteklenerek yorumlanmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan hacim ve basınç birimlerinin dönüşümlerine ilişkin bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi’nde yer alan ikinci soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin hem öncesinde hem sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin birimler arasında dönüşümleri açıklarken zorlandıkları göze çarpmaktadır (bkz. Tablo 10). Öğrencilerin basınç ve hacim kavramlarını anlamakta zorlandıkları Abraham ve diğerleri (1994) tarafından da ifade edilmiştir. Bunun dışında öğrencilerin birim dönüşümleriyle ilgili problem yaşadığı Çermik’in (2008) çalışmasında da ortaya çıkmıştır. Çermik (2008) çalışmasında öğrencilerin yarıya yakınının birim dönüşümlerinde hatalar yaptıklarını ifade etmiştir. Bu durumun sebebi; öğrencilerin birim dönüşümlerine günlük hayatlarında çok fazla ihtiyaç duymamaları, bazı birimlerin günlük hayatın içerisinde daha fazla kullanıma sahip olmasına rağmen, bazılarının çok fazla kullanılmaması olabilir. Örneğin öğrenci litre kavramıyla günlük hayatın içinde pek çok yerde karşılaşırken, dm^3 ifadesiyle pek fazla karşılaşmamaktadır. Öğrenciler günlük hayatta bu dönüşümleri fazla kullanmadıkları için bu bilgiler okulla sınırlı kalmakta, günlük hayata taşınmamaktadır. Nitekim öğretim öncesi ve sonrasında ikinci soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı; ön ölçümde hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin beşte birinden daha azının doğru cevap verdiği görülürken, son ölçümde öğrencilerin yaklaşık yarısının bu soruyu doğru cevapladığı görülmektedir. Nitekim sorunun ikinci kısmında da hem deney hem kontrol grubunda *tam anlama ve kısmen anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranlarında artış olmuş, ancak bu artış istenen

seviyede olmamıştır. Bu soru için öğretim sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin cevapları arasında önemli fark gözlenmemiştir. Bu durum, her iki grupta da kazanıma ilişkin kuralların sunulması ve devamında alıştırmaların verilmesi şeklinde dersin işlenmesinden kaynaklanmış olabilir. Çünkü deney grubunda da birim değişimlerine yönelik bir model kullanılamamış, sadece kurallar verilip, alıştırmalar yaptırılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan hacim ve basıncın ölçülme yöntemlerine ilişkin bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan beşinci soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin basınç ve hacim ölçülme yöntemlerine ilişkin öncülleri açıklamakta güçlük yaşadıkları görülmüştür (bkz. Tablo 10). Genel anlamda öğrencilerin basınç ve hacim kavramlarını anlamakta zorlandıkları literatürde ifade edilmektedir. Çalışmada, öğretim öncesinde ortaya çıkan bu durum Lawrenz, Lin ve Chang (2000) ve Azizoğlu ve Geban (2004) tarafından yapılan çalışmalarda ortaya çıkan "*öğrencilerin gazların basıncıyla alakalı birçok kavram yanlışlığına sahip olduğu*" ve Nakiboğlu ve Özkılıç Arık (2006) tarafından yapılan çalışmada ortaya çıkan "*öğrencilerin hacim kavramını tam anlamadıkları*" sonucuyla paralellik göstermektedir. Bunun dışında öğrencilerin basınç-hacim kavramlarıyla ilgili problem yaşadığı Yıldırım'ın (2010) çalışmasında da ifade edilmiştir. Bu çalışmasında Yıldırım (2010), "*sınıf öğretmen adaylarının kapalı kaptaki gazın durumuna ilişkin birçok yanlışlığa sahip olduğunu*" tespit etmiştir. Kariper (2013) yaptığı çalışmada gazların hacminin nasıl ölçüleceği sorusuna bazı öğretmen adaylarının "*gazlar tüm ortama yayıldığından hacimleri ölçülememektedir*" yanlışlığıyla cevap verdiklerini rapor etmiştir. Literatürdeki çalışmalara ve öğretim öncesinde beşinci soruya verilen cevaplar, öğrencilerin birçoğunun hacim ve basıncın ölçülme yöntemlerinde sorun yaşadığını göstermektedir. Bu durumun sebebi de yine öğrencilerin günlük hayatın içerisinde gazların hacimleri veya basınçlarıyla ilgili durumlarla pek karşılaşmamaları olabilir. Gazlar yapısı itibarıyla katı ve sıvılar gibi somut, gözle görülür bir yapıya sahip değildirler. Bu sebeple günlük hayatta sık karşılaştıkları katı ve sıvı maddelerin hacimlerine kıyas ederek yanlışlığa düştükleri düşünülmektedir. Nitekim öğretim sonrasında beşinci soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı; ön ölçümde hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin üçte birinden daha azının doğru cevap verdiği görülürken, son ölçümde öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu soruyu doğru cevapladığı görülmektedir. Sorunun ikinci kısmında da hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları büyük ölçüde artarken, *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde oranlar genel itibarıyla azalmıştır. Bu soru için deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine kıyasla başarı oranlarında belirgin bir fark olmadığı gözlenmektedir. Bu durumda, deney grubunda kazanıma ilişkin hazırlanan Civanın Değişken Seviyesi, Civanın Yükselişi ve Gaz Hacmi

Animasyonu modellerinin etkisi tam olarak anlaşılamamaktadır. Ancak civanın değişken seviyesi ve civanın yükselişi modelleri öğrencilerin genellikle anlamakta zorlandıkları basınç-civa seviyesi arasındaki ilişkinin anlaşılmasına yönelik hazırlanmıştır. Civanın yükselişi modelinde, deniz seviyesine göre yüksekliğin değişiminde civa seviyesinde meydana gelen değişimi göstermek amacıyla derecelendirilmiş silindirin üzerinde civa rengini temsilen kullanılan kırmızı renkli kağıt bir ray üzerinde hareket ederek basınç değişimlerinde civa seviyesinin değiştiğini göstermesi açısından önemlidir. Civanın değişken seviyesi modelinde ise kapalı kaplarda meydana gelen basınç değişiminin civa seviyesindeki değişimi göstermesi açısından önemlidir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerden Charles yasasına dair bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan birinci soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin gazların hacim ve sıcaklıkları arasındaki ilişkiyi kurmakta zorlandıkları görülmektedir (bkz. Tablo 11). Bu soruda öğrencilerin gazların hacim ve sıcaklık ilişkisine yönelik yaptıkları yanlış açıklamalar, literatürde yer alan ilişkili yanılgıları hatırlatır niteliktedir. Öğrencilerin gazların sıcaklığı ve hacmi arasındaki ilişkiye yönelik çeşitli yanılgılara sahip oldukları, literatürdeki birçok çalışma da ifade edilmektedir (Novick ve Nussbaum, 1981; Yavuz ve Çelik, 2013; Yıldırım, 2010). Öğrencilerin özellikle ön testte bu soruyu cevaplamakta zorlanmalarının ve yanılgılara sahip olmalarının bir diğer sebebinin; öğretim süreçlerinde birçok kez karşılaşmalarına rağmen grafikleri yorumlamakta zorluk yaşamaları olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, gazlara ait özelliklerden sıcaklık veya mol sayısında meydana gelen değişimin, basınç veya hacim değişkenlerinde nasıl bir farklılığa sebep olacağını tespit etme konusundaki bilgi eksikleri de, onların bu soruda yanlış açıklamalar yapmalarına sebebiyet vermiş olabilir. Hacim-sıcaklık ilişkisine dair yanılgıların farklı öğrenim düzeylerindeki öğrencilerde var olduğu daha önceki çalışmalarda da ifade edilmiştir (Birinci-Konur ve Ayas, 2010; Lawrenz vd., 2000; Nakiboğlu ve Özkılıç-Arık, 2006). Öğretim sonrasında ise birinci soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı; ön ölçümde hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin üçte birinden daha azının doğru cevap verdiği birinci aşamanın, son ölçümde oldukça yüksek oranda doğru cevaplandığı görülmektedir. Özellikle deney grubu öğrencilerinin tamamına yakınının son ölçümde bu soruya doğru cevap verdiği görülmektedir. Nitekim sorunun ikinci kısmında da hem deney hem kontrol grubunda öğretim sonrasında *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları artarken *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap verenlerin oranları hem deney hem kontrol grubunda büyük ölçüde azalmıştır. Bu soruda deney grubu öğrencilerinin doğru cevaplama ve doğru açıklamalar sunma (tam anlama kategorisi) oranları, kontrol grubu öğrencilerine kıyasla önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Kimya

öğretiminde sıklıkla karşılaşılan grafiklerin öğrenilmesi birçok üniteye ilişkin bilgilerin öğrenilmesinde öğrencilere yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu düşünceyle hazırlanmış olan grafikler panosu farklı zamanlarda grafikleri bir arada görebilme ve birbiriyle istenildiği zamanda kıyaslama olanağı tanıdığından etkili olduğu söylenebilir. Nitekim kullanılan hızlı tanecikler modeli de sıcaklık değişiminde taneciklerin hızlarının değişeceğini ve bu yolla hacimde artışın meydana geleceğini görselleştirmesi açısından sonucu deney grubu lehine olumlu etkilediği düşünülmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerinden Avogadro yasasına dair bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan yedinci soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin gazların hacim ve mol sayıları arasındaki ilişkiyi kurmakta zorluk yaşadıkları görülmektedir (bkz. Tablo 11). Öğrencilerin gazların mol sayısı ve hacmi arasındaki ilişkiye yönelik çeşitli yanılgılara sahip oldukları, literatürdeki farklı çalışmalarda da ifade edilmektedir (Demirel, 2015; Erdem, Yılmaz ve Morgil, 2001). Öğrencilerin bu soruyu öğretim öncesinde doğru cevaplamakta zorlanmalarının ve yanılgılara sahip olmalarının önemli sebeplerinden birinin; maddenin tanecikli yapısıyla ilgili yanlış ön bilgileri olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bir diğer sebep ise soruda ifade edilen olayı zihinlerinde canlandıramamaları olabilir. Novick ve Nussbaum (1981) ve Benson ve diğerleri (1993) çalışmalarında öğrencilerin maddenin tanecikli doğasını yeni durumları açıklamada kullanırken güçlük yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Öğretim sonrasında ise yedinci soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı; ön ölçümde hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin üçte birinden daha azının doğru cevap verdiği birinci aşamanın, son ölçümde oldukça yüksek oranda doğru cevaplandığı görülmektedir. Özellikle deney grubu öğrencilerinin tamamına yakınının bu soruya doğru cevap verdiği, kontrol grubunda ise bu oranın biraz daha geride kaldığı görülmektedir. Nitekim sorunun ikinci kısmında da hem deney hem kontrol grubunda *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları öğretim sonrasında artarken, *belirli bir yanılgıyla kısmen anlama* ve *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorilerinde cevap veren öğrencilerin sayısı hem deney hem de kontrol grubunda büyük ölçüde azalmıştır. Bu soruda deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme ve *tam anlama* kategorisinde açıklama yapma oranları, kontrol grubu öğrencilerine kıyasla önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Bu durumun sebebi, deney grubunda kazanıma ilişkin olarak sunulan Avogadro Kutusu modeli olduğu düşünülmektedir. Nitekim bu model, gaz maddenin çok olduğu yerden az olduğu yere doğru geçişini temsil etmektedir. Önemli olan yönü taneciklerin kap üzerinde oluşu ve taneciklerin hareketi neticesinde pistonlu kabın pistonunun yükseldiği ve artan hacim neticesinde taneciklerin de arttığını görselleştirmesidir. Modelin dikkat çeken bir diğer yönü ise pistonu temsil eden dikdörtgen

şeklindeki yapının dönerek değişimi gösterebilmesi sebebiyle öğrencinin dikkatini duruma odaklaması olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerinden, Avogadro yasasına dair bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan on dördüncü soruyla belirlenmeye çalışılmıştır. Özellikle öğretim öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerin çoğunun ve öğretim sürecinin sonrasında ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinden bir kısmının, gazların betimlenmesinde kullanılan hacim ve mol sayısı kavramları arasında ilişki kurmakta zorlandığı noktaların olduğu görülmektedir (bkz. Tablo 11). Bu soruda öğrencilerin cevap olarak seçtikleri seçeneklerin ve sundukları açıklamaların literatürde yer alan kavram yanlışlarıyla uyum içinde olduğu görülmektedir. Örneğin; Demirel'in (2009) çalışmasında "*bir mol gaz her koşulda 22.4 litre hacim kaplar*", "*gazların sıvılar gibi kendi hacimleri vardır, buldukları kaba göre hacimleri değişmez*" gibi yanlışlar rapor etmiştir. Bu durumun sebebi öğrencilerin gazları diğer haller (katı ve sıvı) gibi düşünüp, dolayısıyla onların da belirli bir hacminin olmasını gerektiğini düşünmeleri olabilir. Yine özellikle öğretim öncesinde öğrencilerin çoğunlukla bu soruya doğru cevap verememelerinin sebebi; hareketli pistonun içindeki gazın mol sayısı değiştiğinde, iç basıncın dış basınca eşitlenmesi gerektiği durumunu bilmemeleri veya göz ardı etmeleri olabilir. Öğretim sonrasında ise on dördüncü soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı; ön ölçümde grubu öğrencilerinin yarısından çok daha azının doğru cevap verdiği, son ölçümde hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin tamamına yakını tarafından doğru cevaplandığı görülmektedir. Kontrol grubunda öğretim sonrası bu sorunun doğru cevaplanma oranı deney grubuna kıyasla biraz daha fazladır. Nitekim sorunun ikinci kısmında da hem deney hem kontrol grubunda *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları öğretim sonrası artarken, *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları hem deney grubunda hem de kontrol grubunda azalmıştır. Bu soruda deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme ve *tam anlama* kategorisinde açıklama yapma oranları, kontrol grubu öğrencilerine kıyasla biraz daha yüksektir. Bu durumun sebebi olarak kullanılan Avogadro kutusu modeli gösterilebilir. Model, soruya ilişkin durumu zihninde canlandırmasını kolaylaştırarak açıklamasını öğretim sürecinde anlatılanları göz önünde bulundurarak ifade ettiği görülmüştür.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazlara ilişkin gözlemsel yasalardan Boyle yasasına ilişkin bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan on dokuzuncu soruyla belirlenmiştir. Özellikle öğretim sürecinin öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çoğunun ve öğretim sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bir kısmının gazların basınç ve hacim arasındaki ilişkiyi kurmakta zorlandıkları görülmektedir (bkz. Tablo 11). Öğrencilerin bu soruda cevap olarak işaretledikleri seçeneklerin ve sundukları

açıklamaların, Yavuz ve Çelik'in (2013) çalışmasında tespit edilen “gazlar sıkıştırıldığında basınç azalır, hacim artar”, “gazlar sıkıştırıldığında alan daraldığı için $P \times V$ değeri artar”, gibi yanılgılarla benzer olduğu görülmektedir. Bunun dışında öğrencilerin gazların basınç ve hacim ilişkisine dair yanılgılara sahip oldukları literatürdeki farklı çalışmalarda rapor edilmektedir (Demirel, 2015; Yıldırım, 2010). Bu yanılgılar özellikle öğretim öncesinde öğrencilerin neden bu soruyu doğru cevaplamakta zorlandıklarını açıklar niteliktedir. Öğrencilerin bu soruya doğru cevap vermekte zorlanmalarının diğer bir sebebi sorunun aynı zamanda bir grafik okuma ve yorumlama sorusu olmasından kaynaklanabilir. Literatürde öğrencilerin grafik okuma konusunda yetersiz olduklarını rapor eden birçok çalışma bulunmaktadır (B. Tekin vd., 2009; Bayazıt, 2011; Kiriş, 2008; Sülün ve Kozcu, 2005). Hâlbuki grafikler, değişimleri gözlemleyebilme imkanı sunarak bir niceliğin diğer bir nicelik ya da nicelikleri nasıl değiştirdiğini belirlemek amacıyla kimya derslerinde kullanılan vazgeçilmez model türlerindedir. Bunun yanında 2013 öğretim programında kazandırılması öngörülen bilimsel süreç becerilerinden bir tanesi de öğrencilerin çizelge ve grafikleri yorumlayabilmesidir (MEB, 2013, s. 2). Öğretim sonrasında on dokuzuncu soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı görülürken, son ölçüm sonuçları incelendiğinde deney grubu lehine daha fazla artışın olduğu gözlenmektedir. Bu artışın öncelikli sebebi olarak grafiklere yönelik hazırlanan grafikler panosunun ve sıkışan sünger modellerinin kullanılması gösterilebilir. Sıkışan sünger modelinde yaptıkları basınçla kabın hacminin azaldığını birçok kere denemeleri ve grafikler panosunun tüm grafikleri aynı anda görme fırsatı bulmaları, yasaların verilmesinin ardından bu grafikler üzerinde yaklaşık 10 dakika tartışmalar yürütülmesi ve ünite boyunca bu panonun sınıfın duvarında asılı olması, merak eden veya bilgisini tazelemek isteyen öğrencinin teneffüslerde bu panoyu inceleme fırsatı bulması, deney grubunda Boyle yasasının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamış olabileceği düşünülmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bilimin doğası temelinde teori ile yasa arasındaki farka dair bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan on sekizinci soruyla belirlenmiştir. Bu soruda kinetik teori üzerinden, bilimin doğası temelinde yasa ve teori arasındaki farka ilişkin öğrenci anlamaları sorgulanmıştır. Öğretim sürecinin hem öncesinde hem sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bilimin doğası temelinde teori ve yasa kavramları arasında ilişki kurmakta zorlandıkları görülmektedir (bkz. Tablo 12). Çalışmada öğrencilerin çoğunluğunun bu iki bilgi türü arasındaki farka dair yanlış anlamalara sahip oldukları görülmüştür. Benzer durum çeşitli çalışmalarla uyum göstermektedir. Sandoval ve Morrison (2003) lise öğrencilerinin, Leblebicioğlu, Metin ve Yardımcı (2012) lise öğretmenlerinin “teoriler yeterince test edilip ispatlandığında ise daha güvenilir bilgi olan kanuna dönüşür.” yanılgısına oldukça yaygın şekilde sahip olduklarını

rapor etmişlerdir. Kariper (2013) öğretmen adaylarının kinetik teori hakkındaki bilgileri sorgulandığında kitaplarda yer alan bazı tanımları verebildiklerini ancak kendilerine kinetik teoriyi kullanmaları gereken sorular yöneltildiğinde, bilgilerini kullanamadıklarını ifade etmiştir. Öğretim sonrasında bu sorunun doğru cevaplama oranı deney grubunda üç kat, kontrol grubunda iki kat artmasına rağmen, yine de beklenen düzeyde bir değişim gözlenememiştir. Sorunun ikinci kısmında da hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin beklenen açıklamaları istenen düzeyde yapamadıkları görülmüştür. Deney grubunda beklenen artışın gerçekleşmemiş olması teori ve yasa arasındaki farka açıklamaya yönelik herhangi bir modelin geliştirilmemiş ve kullanılamamış olmasından kaynaklanabilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Boyle, Charles ve Avogadro yasalarından yola çıkılarak ideal gaz denklemini türetebilme durumlarını belirlemek için Gazlar Başarı Testi'nde on birinci soruya yer verilmiştir. Öğrencilerin bu soruyu doğru cevaplayabilmeleri için Boyle, Charles ve Avogadro yasalarını kullanmaları, aynı zamanda ideal gaz denkleminin türetildiğini bilmeleri beklenmektedir. Öğretim süreci öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çoğunluğunun, öğretim sonrasında ise bir kısmının ideal gaz denkleminin türetilmesiyle ilgili bu soruya doğru cevap vermekte zorlandıkları görülmektedir (bkz. Tablo 13). Benzer sonuç Yıldırım'ın (2010) çalışmasında da görülmüş ve sınıf öğretmen adaylarının ideal gaz denkleminin temelini oluşturan yasaları bilmedikleri tespit edilmiştir. Bunun sebebi; derslerde öğrencilerin ideal gaz denklemini, daha çok ilgili problemlerin çözümünde kullanmaları, konunun işlenişi sırasında daha çok işlem sorularına ağırlık verilmesi olabilir. Öğretim sonrasında ise on birinci soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı, son ölçümde deney grubu öğrencilerinin büyük çoğunluğunun bu soruyu doğru cevapladığı görülmektedir. Ayrıca son ölçümde bu soruyu doğru cevaplama oranının deney grubunda kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Nitekim sorunun ikinci kısmında da hem deney hem kontrol grubunda *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları artarken, *kısmen anlama* ve *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap öğrenci oranlarında azalma olduğu görülmektedir. Bu soruda deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme ve tam anlama kategorisinde açıklama yapma oranlarının, kontrol grubu öğrencilerine kıyasla önemli ölçüde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılıkta, İdeal Gaz Denklem Animasyonunun etkili olduğu düşünülmektedir. İnternet ortamında bulunan, konuya ilişkin diğer animasyon veya simülasyondan farklı olarak, kazanıma ilişkin yasaların (Boyle, Charles, Avogadro) değişen gaz özelliklerini ifade ederek belirtmesi sebebiyle başarı seviyesini yükselttiği söylenebilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ideal gaz denklemini kullanarak hesaplama yapabilme düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan sekizinci ve on beşinci

soruyla belirlenmiştir. Öğretim süreci öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çoğunluğunun, öğretim sonrasında ise bir kısmının ideal gaz denklemini kullanarak problemleri çözmekte zorlandıkları görülmektedir (bkz. Tablo 14). Öğrencilerin ideal gaz denklemiyle ilgili problemleri çözerken zorlandıkları ve ideal gaz kavramıyla ilgili yanlışlara sahip oldukları daha önceki çalışmalarda da ifade edilmiştir (Azizoğlu ve Alkan, 2002; Pabuçcu, 2016; Solak, 2006). Öğrencilerin ideal gaz denklemiyle ilgili problemleri çözmekte zorlanmalarının nedenlerinden biri; ideal gaz denklemi ve bu denklemi oluşturan yasalarla ilgili bilgi eksikleri olabilir. Ayrıca öğrencilerin genel anlamda problem çözmekte zorlanmaları ve formülleri kolaylıkla unutmaları da başka bir sebep olarak düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin genel olarak öğrendiklerini uygulamakta (Yıldırım, 2010) yetersiz oldukları literatürde ifade edilmektedir. Öğretim sonrasında öğrencilerin sekizinci soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı görülmektedir. Ön ölçümde deney ve kontrol grubu öğrencilerin çok az kısmının doğru cevapladığı bu sorunun, son ölçümde deney grubunun dörtte üçü, kontrol grubunun ise yaklaşık yarısı tarafından doğru cevaplandığı görülmektedir. Benzer şekilde sorunun ikinci kısmında; hem deney hem kontrol grubunda öğretim sonrasında *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları artarken, *yanılgılı*, *ilgisiz veya boş* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranlarının ise azaldığı görülmüştür. Oranların sekizinci soruda deney grubu lehine oluşu öğretim sürecinde kullanılan İdeal Gaz Panosu ve İdeal Gaz Denklem Animasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Lee ve diğerleri (2006) ortaöğretim seviyesindeki 257 kimya öğrencisinin ideal gaz kanununu simülasyon sayesinde öğrenebildiği rapor edilmiştir. Buradan yola çıkılarak simülasyonların öğretim sürecinde kullanılmasının etkili olduğu söylenebilir. Buna ilaveten ideal gaz panosu tüm değişkenleri bir arada inceleyebilme imkanını öğrenciye sunmaktadır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin normal şartlarda gaz hacimlerinin kütle ve mol sayılarıyla ilişkilendirilmesine dair bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan on üçüncü soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin çoğunluğunun, gazların hacimlerini kütle ve mol sayılarıyla ilişkilendirmekte zorluk yaşadıkları görülmektedir. (bkz. Tablo 15). Mol kavramının soyut yapıya sahip olması, kütle ve mol kütlesi ilişkisini kurmayı gerektirmesi, öğrencilerin mol kavramıyla ilgili konularda zorlanmalarına neden olmaktadır (Çermik, 2008). Nitekim Erdem ve diğerleri'nin (2001) yaptığı çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Öğrencilerin ön ölçümde bu soruyu doğru cevaplamakta zorlanmalarının sebebi; madde miktarının üzerinden mol sayısının hesabı ve hacme kıyaslanması konusunda zorluk yaşamaları, mevcut mol miktarı ve eklenen mol miktarının doğru şekilde belirleyememeleri olabilir. Nitekim öğretim öncesi ve sonrasında on üçüncü soruya doğru cevap verme oranında her

iki grubunda birbirine yakın olduğu görülmektedir. Sorunun ikinci kısmında da hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları artarken, *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde oranlar genel itibariyle azalmıştır. Bu soruya ilişkin hazırlanan Pistonlu Kaplar Modelinin önemli bir fark oluşturmadığı gözlenmiştir. İlgili modelde farklı kaplar ve kap içindeki gazı temsilen renkli toplar kullanılmıştır. Kullanılan kap ve topların kazanıma ilişkin durumu doğru şekilde ifade ettiği söylenebilir. Bunun yanında, testteki soruda hesap yapabilme üzerine odaklanılırken, öğretim sürecinde kullanılan model daha çok, öğrencilerde doğru zihinsel modeller oluşturulmasına yöneliktir. Ancak modelde yer alan pistonlu kapların hacimlerinin farklı oluşunun, öğrencilerin zihinsel modellerine olumsuz etkileme ihtimali olacağı söylenebilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Victor-Meyer yöntemiyle mol kütlesi hesaplama konusuna dair bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan dördüncü soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin çoğunun, öğretim sürecinin sonrasında bir kısmının gazların mol kütlesini Victor-Meyer yöntemiyle hesaplamakta zorlandıkları görülmektedir (bkz. Tablo 16). Literatürde yer alan çalışmalardan Birinci-Konur (2010) çalışmasında "*öğretmen adayları bireylerin mol kavramı ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları, sahip oldukları kavram yanılgıları sebebiyle ilgili problemleri çözemediklerini*" ifade etmiştir. Bu konuya ilişkin sorunlar yaşanmasının sebepleri sıralanacak olursa; Victor-Meyer yönteminin uygulama ve hesaplamaları söz konusu olduğunda, mol ve yoğunluk kavramlarına ilişkin hesaplama hatalarının yapılması, bu yöntemin temeli olan ideal gaz denkleminin ilişkin bilgi eksikliği, bir gazın molekül kütlesinin doğru hesaplanmaması söylenebilir. Son ölçümde bu sorunun hem deney hem de kontrol grubunda doğru cevaplanma oranının arttığı, Victor-Meyer yöntemi olarak ifade edilen formülün öğrenciler tarafından kullanılarak sorunun çözüldüğü görülmüştür. Ancak son ölçümde yine de Victor-Meyer yöntemini kullanmayan birçok öğrencinin olduğu görülmüştür. Bunun sebebi olarak, yöntemin sonuca ulaştırmada kolaylık sağlamasına rağmen ideal gaz denklemini kadar sık kullanılmadığından, hatıra kalıcılığının az olması gösterilebilir. İlgili soruda öğretim öncesi ve sonrası, doğru cevap verme oranı açısından her iki grubun birbirine yakın olduğu görülmektedir. Sorunun ikinci kısmında da hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları artarken, *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde oranlar genel itibariyle azalmıştır. Bu soruda kullanılan Victor-Meyer Animasyonunun dikkate değer bir fark oluşturmadığı gözlenmiştir. Bunun sebebi; animasyonların öğrencilerin yöntemi kavramsal olarak anlamalarına katkı sağlamasına rağmen, testteki ilgili soruyu çözmek için gerekli olan "*formülü hatırlama*" anlamında öğrencilere pek de fayda sağlayamaması olabilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların davranışlarını açıklama için kullanılan kinetik teorinin varsayımları kullanılarak türetilen efüzyon yasasına ilişkin bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan üçüncü soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde çoğunlukla deney grubunun zorlandığı görülmektedir (bkz. Tablo 17). Literatürde kapalı kaplarda bulunan gazlara ilişkin, kaplar arası gaz akışı, gaz taneciklerinin yayılması, gazların taneciklerinin dağılımı, gazların taneciklerinin karışması konularında yanılgıların tespit edildiği çalışmalara rastlanmaktadır (Azizoğlu ve Geban, 2004; Gürses vd., 2002; Novick ve Nussbaum, 1981; Yıldırım, 2010). Genel anlamda, öğrencilerin gazların homojen olarak karıştığını ifade konusunda zorlanmaları sebebiyle, doğru cevap sayılarının düşük olduğu düşünülmektedir. Öğrenciler gazların homojen karışım oluşturarak hacimle orantılı şekilde dağılacığını ifade etmek yerine, gazlar arasında sadece sayısal bir denge kurmaya çalıştıkları görülmektedir. Bu sonucun bir diğer sebebi olarak, günlük hayatta sık karşılaşılan durumlara karşı tanecik düzeyinde bir farkındalık oluşmamasından kaynaklandığı söylenebilir. Bu durum son ölçümde büyük ölçüde değişim göstermiştir. Son ölçümde öğrenci açıklamaları dikkate alındığına, deney ve kontrol gruplarında bazı öğrencilerde kavram yanılgılarının devam etmekte olduğu görülmüştür. Bu tür kavram yanılgılarıyla ilerleyen yıllarda da karşılaşılmakta olduğunu ifade eden (Artun ve Coştu, 2011; H. Demircioğlu, G. Demircioğlu ve Ayas, 2004; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002; Şen ve Yılmaz, 2012; Tekkaya vd., 2000) çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların davranışlarını açıklama için kullanılan kinetik teorinin varsayımları kullanılarak türetilen difüzyon yasasına ilişkin bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan onuncu soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde her iki grubunda büyük çoğunluğunun doğru cevap vermekte güçlük yaşadıkları, son ölçümde ise kontrol grubunun doğru oranının daha fazla olduğu görülmektedir (bkz. Tablo 17). Literatürde gaz moleküllerinin hızı, birbiri içinde karışması, ortamın hacim ve ısı değerlerinin gaz taneciklerinin hızına etkisi gibi konularda tespit edilen birçok yanılgı bulunmaktadır (Demirel, 2015; Gürses vd., 2002; Rollnick ve Rutherford, 1993). Kinetik Teori gaz taneciklerinin durumunu açıklayan tanecik düzeyinde bilgiler içermektedir. Bu özelliği öğrencilerin anlamakta ve hatırlamakta zorlanmalarının öncelikli sebebi olarak ifade edilebilir. Difüzyon yasası gaz taneciklerinin ortalama hızlarının kütesine ve sıcaklığına bağlı olduğunu öğrenememiş olmaları doğru cevaba ulaşmalarına engel olan bir diğer etmen olduğu düşünülmektedir. Difüzyon kanununa ilişkin formüller kullanılarak doğru sonuca ulaşılacak olan soruda, öğrencilerin hız ve mol kütlesi arasında doğru ilişki kuramaması yanlış cevap ve açıklamaların olmasına sebep olmuştur. Nitekim son ölçümde elde edilen sonuçlarda ilk aşama kontrol grubu lehine görünse de, ikinci aşama deney grubu lehine olduğu ve deney grubu açıklamalarının kontrol grubuna oranla daha az yanılgı içeren

ifade barındırdığı görülmektedir. Bu sonuca öğretim sürecinde kullanılan Difüzyon Kutusu ve Hızlı Tanecikler Modellerinin katkısı olduğu söylenebilir. Bu modellerden hızlı tanecikler modeli ısınan gaz taneciklerinin hızlarının değişeceğini fark edebilmeleri açısından önem arz etmektedir. Difüzyon Kutusu modelinde aradaki engelin kaldırılması neticesinde arkadaki ray sistemi hareket ettirilerek taneciklerin karışık bir düzende birbiri içine ağır ağır karıştığını göstermesi, gaz taneciklerinin yayılması ve karışmasını tanecik düzeyinde görmeleri açısından önemli olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gazların hangi hallerde ideallikten uzaklaştığı konusunda bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan on altıncı soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde her iki grubun, sonrasında ise kontrol grubu öğrencilerinin doğru cevap oranlarının çok düşük olduğu görülmektedir (bkz. Tablo 18). İdeal gaz özelliklerinin gerçek gaz özellikleriyle karıştırıldığını ifade eden birçok çalışmaya literatürde rastlamak mümkündür (Demirel, 2015; Kariper, 2013; Yavuz ve Çelik, 2013). Genel anlamda öğrencilerin öncülleri kullanarak açıklama yapmaya çalıştıkları ancak çoğunlukla yanlış cevaplara yöneldikleri tespit edilmiştir. Bu sonuç öğrencilerin ideal gaz kavramını anlamakta zorluk çektikleri ve ideal gazı gerçek gazdan çok farklı bir olgu biçiminde algıladıklarının bir sonucu olarak düşünülmektedir. Bu sonuçların aksine Çermik (2008) lise öğrencileriyle yaptığı gazlar konusuna dair durum tespit çalışmasında öğrencilerin en başarılı olduğu konunun ideal gaz konusuna ilişkin sorular olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ulaşılan tüm çalışma sonuçları göz önünde bulundurulduğunda ideal gaz kavramının anlaşılması için farklı materyallere ihtiyaç olduğu görülmektedir. Nitekim öğretim sürecinde kullanılan simülasyon modelleri sonuçların deney grubu lehine değişim göstermesinin başlıca sebebi olarak söylenebilir. Bu durum Demirel (2009) "*simülasyonlar öğrencilere değişkenlerin bir kısmını kontrol ederek diğer değişkenler arasındaki ilişkiyi kontrol etme fırsatı sunarak bilginin kalıcılığını arttırdığı söylenebilir*" şeklinde ifade ettiği çalışma sonucuyla paralellik göstermektedir. Bu soruya yönelik Farklar Panosu ve İdeal Gaz Animasyonunun etkili olduğu söylenebilir. Farklar panosunda yer alan ifadeler unutulabilir niteliğe sahip bilgilerdir. Ancak ideal gazın gerçek gazdan farklı olduğunun hatırlanması açısından önemlidir. Gerçek gaz sütununun altında gerçek gazlardan örnekler varken, ideal gaz sütununun altında örnek olmayışı ideal gazın aslında var olamayan ancak varsayımsal olarak varlığı ifade edilen bir gaz olduğunu fark etmelerine yardımcı olmaktadır. Bunun yanında ideal gaz animasyonu sıcaklık ve basınç faktörleri üzerine vurgu yaptığından, gerçek gazları ideal gaz durumuna yaklaştıran yüksek sıcaklık düşük basınç ifadelerinin akılda kalıcılığını etkilemesi açısından önemli olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol gruplarında karbondioksitin faz diyagramı üzerinden buhar ve gaz kavramlarına ilişkin bilgi düzeyleri on ikinci soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin

öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin diyagramı anlamakta güçlük yaşadıkları görülmektedir (bkz. Tablo 19). Literatürde yer alan çalışmalar faz diyagramları üzerinde yer alan bilgileri doğru okuyabilme, diyagramlardan yararlanabilme, katı-gaz geçişlerini doğru isimlendirebilme, hal geçişlerinde meydana gelene değişiklikleri anlayabilme konularında yanılığlara sahip olduğunu tespit etmiştir (Azizoğlu ve Alkan, 2002; Yavuz ve Çelik, 2013). İlgili çalışmada öğrencilerin faz diyagramını anlamakta ilişkin öncüllerin doğruluğuna karar vermekte zorlandıkları ve maddenin hallerine ilişkin bilgi eksiği olduğu tespit edilmiştir. Nitekim ön ölçümde hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin dörtte birinden daha azının doğru cevap verdiği görülürken, öğretim sonrasında on ikinci soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı ve son ölçümde öğrencilerin yarısından fazlasının bu soruyu doğru cevapladığı görülmektedir. Sorunun ikinci kısmında hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları artarken *kısmen anlama*, *yanılgılı*, *ilgisiz veya boş* kategorisinde oranlar genel itibarıyla azalmıştır. Bu soru için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarında deney grubu lehine fark gözlenmiştir. Bu durumun sebebi, her iki grupta da kazanıma yönelik olarak Faz Diyagramı grafiğinin kullanılması olabilir.

Deney ve kontrol gruplarında suyun faz diyagramı üzerinden buhar ve gaz kavramlarına ilişkin bilgileri yirminci soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde deney ve kontrol grubunda bazı öğrencilerin diyagramı anlamakta güçlük yaşadıkları görülmektedir (bkz. Tablo 19). Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde Azizoğlu ve Alkan (2002) yaptıkları çalışmada; “*buhar ve gaz kavramları aynı şeydir, akışkanlar, kritik noktanın altında gaz, üstünde ise buhar olarak isimlendirilir*”, Yavuz ve Çelik (2013) “*gazlar hemen sıvılaşır, Gazlar sıvılaştırılınca dibe çöker. Gazlarla sıvıların benzer özellikleri yoktur*”, Boz (2005) “*Gaz olduğu için hava da faz değiştirir. Sonuçta bütün gazlar faz değiştirebilir*” yanılgıları görülmektedir. Genel anlamda öğrencilerin suyun faz diyagramını anlamakta zorlanmaları grafik formunda verilen bilgileri yorumlamakta güçlük yaşamaları sebebiyle olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında diyagramda belirtilen noktaların kendine has isimlerinin oluşu hatırlama düzeyini düşürerek sorulara ilişkin başarı seviyesini düşürmektedir. Nitekim öğretim sonrasında yirminci soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı; ön ölçümde hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin dörtte birinden daha azının doğru cevap verdiği görülmektedir. Nitekim sorunun ikinci kısmında hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin *tam anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları artarken *kısmen anlama*, *yanılgılı*, *ilgisiz veya boş* kategorisinde oranlar genel itibarıyla azalmıştır. Bu soru için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarında deney grubu lehine fark gözlenmiştir. Bu durumun sebebi, her iki grupta da kazanıma ilişkin olarak Faz Diyagramı grafiğinin zaten gösteriliyor olması olabilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Joule-Thomson olayı hakkında bilgi düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan altıncı soruyla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde her iki grubun, sonrasında ise kontrol grubu öğrencilerinin Joule-Thomson olayına ilişkin verilen bilgileri hatırlamakta güçlük yaşadıkları görülmektedir (bkz. Tablo 20). Bu durumun sebebi, önceki öğretim seviyelerinde Joule-Thomson olayına ilişkin bilgi verilmemesidir. Öğrenciler için ortaöğretim seviyesinin bu bilgiyi öğrenmeleri adına ilköğretim seviyesinden daha uygun olduğu düşünülmektedir. Joule-Thomson olayına kavramsal anlamda daha önceden oluşturulmadığında ön bilgilerinin olmadığı kabul edilmektedir. Nitekim öğretim sonrasında altıncı soruya doğru cevap verme oranının büyük ölçüde arttığı; ön ölçümde hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin beşte birinden daha azının doğru cevap verdiği görülürken, son ölçümde öğrencilerin yaklaşık yarısından fazlası bu soruyu doğru cevapladığı görülmektedir. Nitekim sorunun ikinci kısmında da hem deney hem kontrol grubu öğrencilerinin *tam anlama ve kısmen anlama* kategorisinde cevap veren öğrencilerin oranları artarken, *yanılgılı, ilgisiz veya boş* kategorisinde oranlar genel itibarıyla azalmıştır. Bu soru için deney grubu öğrencilerinin cevapları kontrol grubu öğrencilerine kıyasla önemli ölçüde farklılaşmıştır. Bu durumun sebebi, deney grubunda kazanıma ilişkin hazırlanan Joule-Thomson modeli ve ilgili simülasyon modeli olduğu düşünülmektedir. İlgili kazanıma yönelik hazırlanan Joule-Thomson modeli, deney grubunda gerçek yaşamdan kesitler sunması, günlük yaşam tecrübeleriyle gaz kavramları arasında bağlantı kurmayı sağladığından başarılı olduğu düşünülmektedir. Pano üzerinde alışılmışın dışında bir tarzda hazırlanmış model öğrencilerin dikkatini çekmiştir. Birden çok duyu organına hitap edebilen, ilgi uyandırabilen öğretimlerin başarısı daha yüksektir (Göncü, 2006; Tekmen, 2006). Bu açıdan Joule-Thomson animasyonu ve Joule-Thomson modeli günlük hayatta en sık kullanılan eşyalar arasında bulunan soğutucular ve bisiklet pompası gibi resimlerle, çalışma prensibinin gösterilmesi deney grubu adında başarıyı sağlayarak akılda kalıcılığı arttırdığı düşünülmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin gaz karışımlarının kısmi basınçlarına ilişkin sıvıların doymuş buhar basıncını anlama düzeyleri Gazlar Başarı Testi'nde yer alan dokuzuncu ve on yedinci sorularla belirlenmiştir. Öğretim sürecinin öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin buhar basıncına ilişkin durumları açıklamakta güçlük yaşadıkları görülmektedir (bkz. Tablo 21). Çermik (2008) gaz karışımlarının derin yorumlama gerektiren ağır bir konu olduğunu belirtmiş, lise öğrencilerinin su buharıyla alakalı düşük başarı sağladığını ifade etmiştir. Kariper (2013) öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada "*öğretmen adaylarının su buharını sıvısından bağımsız gaz tanecikleri olarak algıladığını*" fark etmiştir. Bunların dışında sıvı buhar basıncına ilişkin birçok yanılgının tespit edildiği çalışmalara literatürde rastlamak mümkündür (Azizoğlu ve Alkan, 2002;

Azizoğlu ve Geban, 2004; Demirer, 2009; Griffiths ve Preston, 1992). Hazırlanan sorularda beklenen, öğrencinin aynı sıcaklıkta suyun buhar basıncının değişmeyeceğini hesaba katmasıdır. Ancak öğrencilerin cevaplarında su buhar basıncını dikkate alınmadığı görülmektedir. Buna çözüm olarak su buharı ile ilgili konuların deneyler yapılması gerektiği söylenebilir. Bunun yanında sıvı buhar basıncı konusu soyut içerikli olması sebebiyle simülasyonlarla desteklenmesi ve yorum yapabilme becerilerinin gelişmesine yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Nitekim son ölçümde her iki soruda artış her iki grup adına da gerçekleşmiştir. Ancak deney grubu lehine artışın daha fazla olduğu gözlenmektedir. Sorunun ikinci kısmında ise *tam anlama* kategorisinde ki artış deney grubu lehine gerçekleşmiştir. Son ölçümde öğrencilerin aynı sıcaklıktaki buhar basıncı ayrıntısına dikkat etmiş olması ve deney grubundaki oranın daha fazla olması öğretim sürecinde kullanılan üç boyutlu modellerden kaynaklandığı söylenebilir. Buna göre Grafikler Panosunu, Doygun Buhar Basıncı Animasyonu ve Su Buhar Panosu gibi modellerin anlamlı öğrenmeyi sağlayarak, öğrenci başarısını arttıracak nitelikte modeller olduğu söylenebilir. Öğretim süreçlerinde üç boyutlu modellerin kullanımı hem kimya eğitiminde hem de diğer alanların eğitiminde başarı sağladığı (Atılboz, 2001; Balcı, 2001; Burns, 1995; Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban, 2004; Ercanlı, 1997; Harrison, 2001; Marx ve Toth, 1981; Morgil, Yılmaz ve Seferoğlu, 2002; Sarıkaya vd., 2004; Yıldız, 2001) çalışmalarında gözlenmiştir.

5. 2. Kimya Dersi Tutum Ölçeği'nden Elde Edilen Bulguların Tartışması

Bu çalışmada, modellerle öğretimin 11. sınıf öğrencilerinin kimya dersine yönelik tutumlarına etkisini belirlemek amacıyla öğretim öncesi ve sonrasında hem deney hem kontrol grubu öğrencilerine Kimya Dersi Tutum Ölçeği uygulanmıştır. Ön ölçüm sonuçlarıyla, öğretim öncesinde grupların kimya dersine karşı tutumları bakımından eşdeğer düzeyde olup olmadıklarına bakılmıştır. Son ölçüm sonuçlarıyla da deney grubunda gerçekleştirilen modellerle öğretim sürecinin kontrol grubunda ise müdahale edilmeyen mevcut öğretimin öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarındaki gelişime etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde kimya dersi tutum ölçeğinden elde edilen bulgular tartışılmıştır.

Çalışmada elde edilen bulguların analizi, gazlar ünitesinin öğretim süreci öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kimya dersine yönelik tutumları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Öğretim süreci sonrasında müdahalede bulunulmayan ve öğretmenin daha önceki yıllarda alışageldiği şekilde dersleri işlediği kontrol grubunda öğretim sonrasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde gazlar ünitesinin modellerle işlendiği deney grubu öğrencilerinin de kimya dersine yönelik

tutumlarında anlamlı bir farklılık oluşmadığı ortaya çıkmıştır. Son ölçümde kimya dersine karşı öğrenci tutumları açısından her iki grup arasında anlamlı bir değişim farklılık gözlenmemiştir. Literatür incelendiğinde, gerçekleştirilen öğretim süreçleri sonunda öğrencilerin tutumlarında anlamlı bir farklılığın oluşmadığının tespit edildiği birçok çalışma olduğu görülmektedir (Atılboz, 2007; Ekici, 2007; Erşahan, 2007; Kaynar, 2007; Kılavuz, 2005). Nitekim bu çalışmada elde edilen sonuç, Ulusoy'un (2011) "*Modelle ve geleneksel yollarla kısa süre içinde öğretim gören öğrencilerin kimya tutum puanlarında anlamlı bir fark tespit edilememiştir*" ifadesiyle paralellik göstermektedir. Tutuma yönelik çalışmalar göstermektedir ki, derse yönelik tutumlar ilköğretimden başlayarak gelişmeye devam etmektedir. Tutumların bu kadar uzun sürede oluşturulduğu göz önünde bulundurulduğunda kısa süreli öğretim süreçlerinin tutumda beklenen değişime sebep olmayacağı ifade edilebilir (Canlı, 2009; Demirer, 2009; Sevinç, 2008; Yeşiloğlu, 2007). Tutumda istenen bir değişiklik olmayışı modellerin araştırmacı tarafından hazırlanmış olup, öğrencilerle sürece dahil olmamasından kaynaklanabilir. Yaparak-yaşayarak öğrenmenin sağlanmaması, bireylerin bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirmekte zorlanmalarını netice vereceği söylenbilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6. 1. Sonuçlar

Bu çalışmada, modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki akademik başarılarına ve kimya dersine yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması hedeflenmektedir. Çalışmada, veri toplama araçları kullanılarak elde edilen bulgular ve yapılan tartışmalardan ulaşılan sonuçlar şu şekildedir:

1. Deney grubunda öğretmen tarafından yürütülen ve içerisinde modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki başarılarını anlamlı düzeyde arttırdığı ortaya çıkmıştır.
2. Kontrol grubunda öğretmen tarafından yürütülen, herhangi bir müdahalede bulunulmayan ve içerisinde anlatım, soru cevap, tartışma gibi yöntem ve tekniklerin kullanıldığı öğretim sürecinin de 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki başarılarını anlamlı düzeyde arttırdığı ortaya çıkmıştır.
3. Hem deney hem de kontrol grubunun başarı testindeki son ölçüm puanları dikkate alındığında, modellerle öğretim sürecinin 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki başarılarına, mevcut öğretime kıyasla daha fazla olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.
4. Hem deney hem de kontrol gruplarının tutum ölçeğinden elde ettikleri son test puanları karşılaştırıldığında, hem mevcut öğretimin hem de modellerle öğretimin kimya dersine yönelik tutum üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmadığı ortaya çıkmıştır. Buna göre, kısa süreli uygulamalarla öğrencilerin tutumlarında olumlu bir değişim sağlamanın oldukça zor olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
5. Öğrencilerin bir kısmının hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında bilimsel çalışmalarda kullanılan birimler arasında dönüşümlerini yapmakta zorlandıkları ortaya çıkmıştır. Günlük hayatta bu birimlerden bazılarını sık kullanmamaları ve bilgilerinin okulla sınırlı kalmasının bunun en önemli sebebi olduğu düşünülmektedir.
6. Ön ölçümde her iki grubun üçte ikisine yakınının, son ölçümde ise kontrol grubunun yarıya yakınının gazların sahip olduğu niteliklerden ikisi olan basınç ve hacim kavramlarını grafik üzerinden yorumlama konusunda zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerin gazlara ait bu özellikleri maddenin diğer hallerindeki basınç ve hacim kavramlarına ait özelliklerle karıştırdıkları sonucuna varılmıştır.

7. Ön ölçümde öğrencilerin büyük çoğunluğu, son ölçümde ise kontrol grubunun yarıya yakını mol hesabı yapılabilen her gazın bir hacmi olacağı, hacim miktarını ise gazın içinde bulunduğu şartların belirleyeceğini anlamakta ve buna ilişkin hesaplamaları yapmakta zorlandıkları sonucuna varılmıştır.
8. Ön ölçümde öğrencilerin büyük çoğunluğu, son ölçümde ise kontrol grubunun yarıya yakını mol hesabı yapılabilen her gazın bir hacmi olacağı, hacim miktarını ise gazın içinde bulunduğu şartların belirleyeceğini anlamakta ve buna ilişkin hesaplamaları yapmakta zorlandıkları sonucuna varılmıştır.
9. Öğrencilerin ön ölçümde dörtte üçüne yakınının, son ölçümde ise dörtte birine yakınının manometre ve barometre kavramlarını karıştırdıkları sonucuna varılmıştır.
10. Ön ölçümde öğrencilerin büyük çoğunluğu her an üzerlerine etki eden atmosfer basıncının veya açık hava basıncının tam olarak farkında olmadıkları ve kullanmaları gereken bazı sorularda bunu kullanamadıkları sonucuna varılmıştır sonucuna varılmıştır.
11. Öğrencilerin veri toplama aracında çeşitli sorulara verdikleri cevaplardan, ünitenin öğretimi süresince birçok defa karşılaşmalarına rağmen, son ölçümlerde deney grubu öğrencilerinin üçte birinden azının kontrol grubu öğrencilerinin üçte birinden fazlasının grafikleri anlamakta ve yorumlamakta zorluk yaşadıkları sonucuna varılmıştır.
12. Öğrencilerin hacim ve mol sayısı kavramlarını açıklarken tanecikli yapıyı kullanarak açıklama yapmakta güçlük yaşadıkları sonucuna varılmıştır.
13. On birinci soruya verdikleri cevaplara bakıldığında, öğrenciler ön ölçümde büyük oranda her iki grubun son ölçümde ise kontrol grubunun üçte birinden fazlasının ideal gaz denkleminin hangi yasaların bileşiminden meydana geldiğini ifade etmede yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır.
14. Ön ölçümde öğrenciler her iki grupta da dörtte birinden fazlasının, son ölçümde kontrol grubunun yarısının ideal gaz kavramını anlamakta zorlandıkları ve ideal gazı gerçek gazdan çok farklı bir olgu olarak algıladıkları sonucuna varılmıştır.
15. On ikinci ve yirincinci sorulara verdikleri cevaplara bakıldığında, ön ölçümde öğrencilerin her iki grupta da dörtte birinden azının son ölçümde ise yarıya yakınının faz diyagramlarını yorumlamada zorlandıkları sonucuna varılmıştır.

6. 2. ÖNERİLER

Bu çalışmada, modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin 11. sınıf öğrencilerinin gazlar ünitesindeki akademik başarılarına ve kimya dersine yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması hedeflenmektedir. Bu bölümde çalışmanın sonuçlarına dayalı olarak aşağıda bazı önerilerde bulunulmuştur.

1. Modellerle öğretimin başarıya olumlu etkisi düşünüldüğünde, farklı fen konularının öğretiminde modellerin kullanıldığı öğretim süreçlerinin planlanması ve farklı konular için etkililiğinin araştırılması önerilmektedir.
2. Modellerle öğretimin başarıya olumlu etkisi düşünüldüğünde, farklı fen konularının öğretimine yönelik modellerin ve bu modelleri içeren öğretim süreçlerinin geliştirilmesi ve bu modellerin herhangi bir ortamda (örneğin EBA) öğretmenlerin kullanımına sunulması önerilmektedir.
3. Bu çalışmada araştırmacı tarafından hazırlanmış modeller öğrenme ortamında kullanılmıştır. Bunun yerine öğrencilerin modeller oluşturdukları ve modelleme yeteneklerinin de geliştirildiği öğrenme ortamları tasarlanabilir, uygulanabilir ve etkililiği araştırılabilir.
4. Bu çalışmada modellerin kullanıldığı öğretim sürecinin başarıya ve tutuma etkisi araştırılmıştır. Bunların yanı sıra, yapılacak çalışmalarda modellerle öğretim sürecinin öğrencilerin öğrenmenin kalıcılığına, bilimin doğasıyla ilgili bilgi düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine veya model ve modellemeyle ilgili bilgi düzeylerine etkisi de araştırılabilir.
5. Kimya konuları çoğunlukla soyut kavramlardan oluştuğu için, konuların öğretiminde modellerden daha fazla yararlanılması faydalı olacaktır. Öğrencilere konulardaki kavramları veya olayları temsil etmede kullanılabilecek modeller tasarlatılabilir, öğrenmeye karşı motivasyonlarını ve kendilerine olan güvenlerini artırmak amacıyla bunları sergilemeleri veya sunmaları sağlanabilir.
6. Modellerin kullanıldığı öğretim süreçlerinde, mutlaka modellerin yansıttıkları gerçek ile olan ilişkisi açıklanmalı, modellerin temsil ettikleri gerçekler ile benzeyen veya benzemeyen yönleri vurgulanmalıdır. Aksi takdirde, öğrenciler modellerin gerçeği tam olarak yansıtacağını düşünebileceklerinden dolayı, öğrencilerde yanlış anlamalar gelişebilir.

7. Öğrencilerin birimler arasında dönüşümleri unutmamaları için okulda ya da günlük hayatta daha çok karşılaşmalarına imkan sağlayan ödevler verilebilir ve öğrenme ortamlarında daha fazla alıştıırma yaptırılabilir
8. Atmosfer basıncı veya açık hava basıncı kavramalarına ilişkin anlamlı öğrenmelerin gerçekleşebilmesi için farklı yüksekliklerde meydana gelen açık hava basıncını gösteren simülasyon veya animasyonların öğretim süreçlerinde kullanılması önerilebilir.
9. Grafikleri okuma ve yorumlayabilme öğretim programında öğrenciden beklediği önemli bir beceridir. Bu nedenle öğrencilerin grafikleri okuyup anlama ve yorumlama yeteneklerinin gelişimi için ekstra faaliyetlerin yapılması ve ünite içeriğinde yer alan grafiklerin önemine vurgu yapılması önerilmektedir.
10. Denklem ve formüller soyut nitelik taşıdığı için unutulabilmektedir. Hatırda kalıcılığını artırmak için formüle ilişkin hazırlanan levhalar/panolar/grafikler gibi alternatif yöntem ve tekniklerin kullanılması ve modellerin istedikleri an bakıp tekrarlayabilecekleri şekilde sınıf ortamına asılması ve her an kullanılma hazır olması gerektiği önerilmektedir.
11. Öğrencilerin tanecikli yapıyı kullanarak hacim ve mol sayısı kavramlarını açıklarken yaşadıkları zorlukların önüne geçilebilmesi için tanecikli yapının öğretilmesinde de pedagojik analogik modellerden, animasyon, simülasyon ve tanecik düzeyinde gösterimlerden faydalanılması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Abraham, M. R., Williamson, V. M. and Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-165.
- Abdullah, S. and Shariff, A. (2008). The effects of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking and conceptual understanding of gas laws. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(4), 387-398.
- Adıgüzel, A. (2009). Yenilenen ilköğretim programının uygulanması sürecinde karşılaşılan sorunlar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(17), 77-94.
- Akar, H. ve Yıldırım, A. (2004, Ocak). *Oluşturmacı öğretim etkinliklerinin sınıf yönetimi dersi'nde kullanılması: bir eylem araştırması*. Eğitimde İyi Örnekler Konferansı'nda sunulan bildiri, Sabancı Üniversitesi, İstanbul.
- Akdeniz, A. R., Bektaş, U. ve Yiğit, N. (2000). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin temel fizik kavramlarını anlama düzeyi, electric and magnetic, concepts, 8th grade students, understanding level. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(19), 5-14.
- Akkoyunlu, B. (1995). Bilgi teknolojilerinin okullarda kullanımı ve öğretmenlerin rolü. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(11), 105-109.
- Arslan, A. (2013). *Araştırma-sorgulama ve model tabanlı araştırma-sorgulama ortamlarında öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin ve kavramsal değişim süreçlerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aksu, N. (2014). *2007 kimya dersi öğretim programının uygulamalarından yansımalar: 10. sınıf "gazlar" konusu örneği* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Artun, H. ve Coştu, B. (2011). Sınıf öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili yanılgılarının belirlenmesi. *Türk Fen Eğitim Dergisi*, 8(4), 117-127.
- Aslan, A. ve Yadigaroglu, M. (2013). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik lisansüstü öğrencilerinin model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Journal of Research in Education and Teaching*, 2(3), 2146-9199.
- Atılboz, N. G. (2001). *Lise 1. sınıf öğrencilerinde hücre ve moleküler biyoloji konuları ile ilgili görsel ve deneysel malzeme kullanımının başarı üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ayas, A. (1995). Fen bilimlerinde program geliştirme ve uygulama teknikleri üzerine bir çalışma: İki çağdaş yaklaşımın değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(11), 149-155.

- Aydın, Ö. (2013). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının eğitiminde argumantasyonun (tartışma teorisinin) etkililiği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ayvacı, H. Ş. ve Durmuş, A. (2016). Bir başarı testi geliştirme çalışması: ısı ve sıcaklık başarı testi geçerlik ve güvenilirlik araştırması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 87-103.
- Azizoğlu, N. ve Alkan, M. (2002, Şubat). *Kimya öğretmenliği lisans öğrencilerinin faz dengeleri konusundaki kavram yanlışlıkları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Azizoğlu, N. ve Geban, Ö. (2004). Students' preconceptions and misconceptions about gases. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 73-78.
- Bademci, V. (2011). Kuder-richardson 20, cronbach'ın alfası, Hoyt'un varyans analizi, genellenirlik kuramı ve ölçüm güvenilirliği üzerine bir çalışma. *Dicle University Journal of Ziya Gokalp Education Faculty*, 17(17), 173-193.
- Balcı, N. (2001). *Lise öğrencileri için mayoz bölünme ile ilgili model geliştirmesi ve bu modelin başarıya etkisinin araştırılması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Balkan, A. (2007). *İlköğretim 7. sınıf sosyal bilgiler dersinde harita kullanımının derse karşı tutuma, başarıya ve hatırdaki tutuma düzeyine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Bayazıt, İ. (2011). Öğretmen adaylarının grafikler konusundaki bilgi düzeyleri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(4), 1325-1346.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. and Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, 63(63), 64-66.
- Benson, D. L., Wittrock, M. C. and Baur M. E. (1993). Students' preconceptions on the nature of gases. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(30), 587- 597.
- Berber, N. C. (2008). *İş-güç-enerji konusunun öğretiminde pedagojik-analojik modellerin kavramsal değişimin gerçekleşmesine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Berber, N.C. ve Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fende rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(21), 87-97.
- Bissuel, G. (2001). *Et si la physique était symbolique?* Paris: PUFC.
- Birinci-Konur, K. ve Ayas, A. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı kimya kavramlarını anlam seviyeleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 83-90.
- Birinci-Konur, K. ve Ayas, A. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının gazlarda sıcaklık hacim-basınç ilişkisini anlama seviyeleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(3), 128-142.

- Boz, Y. (2005). İlköğretim ikinci kademe ve ortaöğretim öğrencilerinin yoğunlaşma konusundaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 48-54.
- Brook, A, Briggs H. and Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of the particulate nature of matter*. Leeds: University of Leeds Centre for Studies in Science and Mathematics Education.
- Burkaz, S. (2012). *Fen ve teknoloji öğretiminde üç boyutlu modellerin yapılandırmacı öğrenme ortamında kullanımı* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Burns, E. (1995). DNA writing paper: An educational aid in a level biology. *Journal of Biological education*, 29(1), 8-12.
- Büyüköztürk, Ş. (2017). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Atıf İndeksi.
- Can, Ş. ve Harmandar, M. (2004). Fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanılgıları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(8), 17-32.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö. (2004). Kavramsal değişim yaklaşımı III: Model kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(2), 377- 384.
- Campbell, D. T. and Stanley, J. C. (1963). Experimental and quasiexperimental design for research on teaching. In N. L. Gage (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 1-76). Chicago: Rand, McNally.
- Carlson, H. L. (1999). From practice to theory: a social constructivist approach to teacher education. *Teachers And Teaching: Theory Practice*, 5(2), 203-218.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., Mamiala, T. L. and Mocerino, M. (2005). Students' perceptions of the role of models in the process of science and in the process of learning. *Research in Science and Technological Education*, 23(2), 195-212.
- Chiu, M. H. (2007). A national survey of students' conceptions of chemistry in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 29(4), 421-452.
- Coştu, B., Ayas, A. and Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, 40(40), 47-67.
- Coştu, B., Ayas, A. ve Ünal, S. (2007). Kavram yanılgıları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Çalık, M. (2006). *Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözümler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulanması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çavaş, B. ve Kesercioglu, T. (2005, Ocak). *Fen eğitiminin uygunluğu rose projesi*. Eğitimde İyi Örnekler Konferansı'nda sunulan bildiri, Sabancı Üniversitesi, İstanbul.

- Çavdar, O., Okumuş, S., Alyar, M. ve Doymuş, K. (2016). Maddenin tanecikli yapısının anlaşılmasına farklı yöntemlerin ve modellerin etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 555-592.
- Çermik, Y. (2008). *Van merkez lise 10. sınıfta okuyan öğrencilerin gazlar konusunu kavrama düzeylerini belirlemek* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Çepni, S. (2008). *Bilim, fen ve teknoloji kavramlarının eğitim programlarına yansımaları. Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi* (13. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (4. baskı). Trabzon: Seçkin Yayıncılık.
- Çepni, S. (2010). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (5. Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çepni, S., Akdeniz, A. R. ve Keser, Ö. F. (2000, Eylül). *Fen bilimleri öğretiminde bütünleştirici öğrenme kuramına uygun örnek rehber materyallerin geliştirilmesi*. 19. Fizik Kongresi'inde sunulan bildiri, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Çetin, P. S. (2009). *Effects of conceptual change oriented instruction on understanding of gases concepts* (Unpublished doctoral dissertation). The Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.
- Çilenti, K. (1988). *Eğitim teknolojisi ve öğretim*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Çökelez, A. ve Yalçın, S. (2012). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modellerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 11(2), 452-471.
- Daldal, D. (2010). *Genel kimya dersindeki gazlar konusunun bilgisayar destekli eğitime dayalı olarak öğretiminin öğrenci başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Demirci, Ö. ve Özmen, H. (2012). Zenginleştirilmiş bir öğretim materyalinin öğrencilerin asit ve bazlarla ilgili anlamalarına etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 1-17.
- Demircioğlu, G. (2003). *Lise II kimya öğretmenleri için asit-baz ünitesi ile ilgili rehber materyallerin geliştirilmesi ve uygulanması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, H. (2008). *Sınıf öğretmeni adaylarına yönelik maddenin halleri konusu ile ilgili bağlam temelli materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A. (2004). Kavram yanlışlarının çalışma yapılarıyla giderilmesine yönelik bir çalışma. *Milli Eğitim Dergisi*, 163(163), 121-131.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı temel kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 29-49.

- Demircioğlu, İ. H. (2002). *Öğretim stratejileri*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Demirel, M. (2015). *10. Sınıf Gazlar Konusunda Kavramsal Değişim Yaklaşımının Etkilliliğinin İncelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Demirel, Ö. ve Altun, E. (2007). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı* (1. baskı). Ankara: Pegem A yayıncılık.
- Demirer, C. (2009). *Gazlar ünitesinde bilgisayar destekli ve laboratuvar temelli öğretimin öğrencilerin başarısına, kavram öğrenimine ve kimya tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ercanlı, D. (1997). *İlköğretim okullarının 4. sınıflarında dünyamız ve gökyüzü ünitesinin öğretilmesinde oyun ve modellerin başarıya etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdem, E., Yılmaz, A. ve Morgil, F. İ. (2001). Kimya dersinde bazı kavramlar öğrenciler tarafından ne kadar anlaşılıyor? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20), 65-72.
- Erdem, E., Yılmaz, A., Atav, E. ve Gücüm, B. (2004). Öğrencilerin madde konusunu anlama düzeyleri, kavram yanlışları, fen bilgisine karşı tutumları ve mantıksal düşünme düzeylerinin araştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(27), 74-82.
- Ergin, İ., Özcan, İ. ve Sarı, M. (2012). Farklı akademik unvanlara sahip fen öğretmenlerinin branşlara göre model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Journal of Educational and Instructional Studies in The World*, 2(1), 2146-7463.
- Erşahan, O. (2007). *6. sınıf öğrencilerine madde ve değişim öğrenme alanındaki fen teknoloji toplum çevre kazanımlarının kazandırılmasında etkili öğretim yöntemlerinin (rol oynama ve 5e öğretim yöntemi) belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ekici, F. (2007). *Yapılandırmacı yaklaşıma uygun 5e öğrenme döngüsüne göre hazırlanan ders materyallerinin lise 3. sınıf öğrencilerinin yükseltgenme indirgenme tepkimeleri ve elektrokimya konularını anlamalarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ekiz, M. (2015). *Model ve etkinliklerle desteklenen öğretim sürecinin sindirim sistemi konusundaki kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri üzerindeki etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ünal, S., Coştu, B. ve Karataş, F.Ö. (2004). Türkiye'de fen bilimleri alanındaki program geliştirme çalışmalarına genel bakış. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 183-202.
- Gabel, D. (1998). The complexity of chemistry and implications for teaching. *International Handbook of Science Education*, 1(1), 233-248.

- Gökalp, M. (2007). Atatürk üniversitesi ağır eğitim fakültesi öğrencilerinin okul deneyimi dersini algılama düzeyleri. *Dicle University Journal of Ziya Gokalp Education Faculty*, 9(9), 56-63.
- Gökdaş, İ. (1998, Eylül). *Bilgisayar eğitimi öğretim teknolojisi*. VII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi'nde sunulan bildiri, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Göncü, H. (2006). *Lise 2. sınıf kimyasal reaksiyonlar konusunda hazırlanan bilgisayar destekli ders sunumlarının öğrenci başarısına, kavram öğretimine ve öğrencilerin kimyaya karşı tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gözmen, E. (2008). *Lise 1. sınıf biyoloji dersinde okutulan "mayoz bölünme" konusunun öğretilmesinde modellerin öğrenmeye etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gravel, B. (2009). *Making "unseens" visible: Multiple representations of students' understandings of air and the particle model* (Unpublished doctoral dissertation). Tufts University, Boston.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. and Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(28), 799-822.
- Griffiths, A. K. and Preston, K. R. (1992). Grade 12-students' misconceptions relating to fundamental characteristics of Atoms and Molecules. *Journal of Research and Science Teaching*, 29(29), 611-628.
- Gülçiçek, Ç. ve Güneş, B. (2004). Fen öğretiminde kavramların somutlaştırılması: modelleme stratejisi, bilgisayar simülasyonları ve analogiler. *Eğilim ve Bilim*, 29(134), 36-48.
- Gültekin, Z. (2009). *Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme uygulamalarının öğrencilerin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerine, bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Günbatar, S. (2003). *Fizik eğitiminde elektrik ve manyetizma konularındaki anlaşılması zor kavramlar için model ve benzetme geliştirilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Günbatar, S. ve Musa, S. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Güneş, M. H. ve Çelikler, D. (2010). The investigation of effects of modelling and computer assisted instruction on academic achievement. *International Journal of Education Researchers*, 1(2), 22-28.

- Gülçek, N. (2015). *Öğretmen adaylarının ideal gazlar konusundaki fen başarısına akran öğretiminin etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Gürses, A., Doğar, Ç., Yalçın, M. ve Canpolat, N. (2002, Eylül). *Kavramsal değişim yaklaşımının öğrencilerin gazlar konusunu anlamalarına etkisi*. V. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Hançer, A. H., Şensoy, Ö. ve Yıldırım, H. İ. (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 80-88.
- Harman, G. (2012, Haziran). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme ile ilgili bilgilerinin incelenmesi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Harrison, G. A. and Treagust, F. D. (2000). A typology of science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Harrison, G. A. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31(31), 401-435.
- Hokayem, H. and Schwarz, C. (2012). Engaging fifth graders in scientific modeling to learn about evaporation and condensation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(1), 49-72.
- Hwang, B. T. and Chiu, S. F. (2004, June). *The effect of a computer instructional model in bringing about a conceptual change in students' understanding of particulate concepts of gas*. Paper presented at the Informing Science and IT Education Joint Conference, Rockhampton, Australia.
- Igo, B. L., Kiewra, K. A. and Bruning, R. (2004). Removing the snare from the pair: using pictures to learn confusing word pairs. *The Journal of Experimental Education*, 72(3), 165-178.
- İnciser, İ. (2007). *Basit araçlarla öğrenmeye dayalı kavramsal değişim metodunun 10. sınıfta gazlar konusunda uygulanması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İnel, D., Evrekli, E. ve Balım, A. G. (2011). Öğretmen adaylarının fen ve teknoloji dersinde eğitim teknolojilerinin kullanılmasına ilişkin görüşleri. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 4(2), 128-150.
- Ingham, A. and Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *The Journal of Science Education*, 13, 193-202.
- İpek, İ. (2007). *Implementation of conceptual change oriented instruction using hans on activities on tenth grade students understarding of gases concepts* (Unpublished master's thesis). The Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.
- İyibil, Ü. (2010). *Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını anlama düzeylerinin ve ilgili kavramlara ait zihinsel modellerinin analizi*

(Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Justi, R. S. and Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Jansoon, N., Coll, R. K. and Somsook, E. (2009). Understanding mental models of dilution in thai students. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(2), 147-168.
- Kalaycı, Ş. (2009). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik uygulamaları*. Ankara: Asil Yayınevi.
- Karasar, N. (1998). *Bilimsel araştırma yöntemi* (8. baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Karasar, N. (2003). *Bilimsel araştırma yöntemi* (12. baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Kariper, İ. A. (2013). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Gazlar Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Journal of European Education*, 3(1), 17-22.
- Kaya, Z. (2005). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Kalem, S. ve Fer, S. (2003). Aktif öğrenme modeliyle oluşturulan öğrenme ortamının öğrenme, öğretme ve iletişim sürecine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(2), 433-461.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20), 193-200.
- Karaer, H. (2007). Sınıf öğretmeni adaylarının madde konusundaki bazı kavramların anlaşılma düzeyleri ile kavram yanılgılarının belirlenmesi ve bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 199-210.
- Karamustafaoğlu, O. (2006). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin öğretim materyallerini kullanma düzeyleri: Amasya ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 90-101.
- Karamustafaoğlu, S., Ayas, A. ve Coştu, B. (2002, Ekim). *Sınıf öğretmeni adaylarının çözümler konusundaki kavram yanılgıları ve bu yanılgıların kavram haritası tekniği ile giderilmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Kaynar, D. (2007). *The effect of 5E learning cycle approach on sixth grade students' understanding of cell concept, attitude toward science and scientific epistemological beliefs* (Unpublished master's thesis). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Kesercioğlu, T., Yılmaz, H., Çavaş, P. H. ve Çavaş, B. (2004). İlköğretim fen bilgisi öğretiminde analogilerin kullanımı: Örnek uygulamalar. *Ege Eğitim Dergisi*, 5(1), 35-44.

- Kılavuz, Y. (2005). *The effects of 5E learning cycle model based on constructivist theory on tenth grade students' understanding of acid-base concepts* (Unpublished master's thesis). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kiriş, B. (2008). *İlköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin nokta, doğru, doğru parçası, ışın ve düzlem konularında sahip oldukları kavram yanlışları ve bu yanlış nedenlerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Koçak, E. (2006). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinde sindirim ve görevli yapılar, boşaltım ve görevli yapılar ve çiçekli bir bitkiyi tanıyalım konularının modelle öğretiminin öğrenci başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Köksal, O. (2014). 7e modeline göre düzenlenmiş öğretim etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin İngilizce dersindeki başarılarına, tutumlarına ve kalıcı öğrenmelerine olan etkisinin incelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 9(5), 1459-1475.
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H. and Maas C. J. B. (2004). Effectiveness of explicit and constructivist mathematics instruction for low-achieving students in the Netherlands. *The Elementary School Journal*, 104(3), 233-251.
- Kurnaz, M. A., Tarakçı, F., Aydın, A. ve Pektaş, M. (2013). Elektriklenme, yıldırım ve şimşek ile ilgili öğrenci zihinsel modellerinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2013(16), 33-51.
- Leblebicioğlu, G., Metin, D. ve Yardımcı, E. (2012). Bilim danışmanlığı eğitiminin fen ve matematik alanları öğretmenlerinin bilimin doğasını tanımalarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 37(164), 57-70.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer G. D. and T. S. Blakeslee (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249-270.
- Lee, H., Plass, J. L. AND Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer-based science simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 902-913.
- Liang, J. C., Chou, C. C. and Chiu, M. H. (2011). Student test performances on behavior of gas particles and mismatch of teacher predictions. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 238-250.
- Mas, C. J. F., Perez, J. H. and Harris, H. H. (1987). Parallels between adolescents' conception of gases and history of chemistry. *Journal of Chemical Education*, 64(7), 616-618.
- Marx, G. and Toth, E. (1981). Models in science education. *Impact of Science on Society*, 31(4), 389-397.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi öğretim programı (3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Yayınları.
- Meydan, A. (2001). *İlköğretim birinci kademe sosyal bilgiler öğretimi coğrafya ünitelerinin işlenmesinde laboratuvar ve görsel-işitsel materyal kullanımının öğrencilerin niteliksel*

gelişimine etkisinin değerlendirilmesi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

- Minaslı, E. (2009). *Fen ve teknoloji ders öadddenin yapısı ve özellikleri ünitesinin öğretilmesinde simülasyon ve model kullanılmasının başarıya, kavram öğrenmeye ve hatırlamaya etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Morgil, İ., Yılmaz, A. ve Seferoğlu, Z. (2002, Eylül). *Stereokimya konusunda farklı öğretim yöntemlerinin öğrenci başarısı üzerine etkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some student don't learn chemistry? *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Nakhleh, M. B. and Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving: There is a difference (SYM). *Journal of Chemical Education*, 70(3), 190-193.
- Nakhleh, M. B. and Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 777-805.
- Nakiboğlu, C. ve Özkılıç-Arık, R. (2006). 4. sınıf öğrencilerinin gazlar ile ilgili kavram yanlışlarının v-diyagramı kullanılarak belirlenmesi. *Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 531-557.
- Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö. ve Benlikaya, R. (2002) Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(4), 88-98.
- Nakiboğlu, C. ve Meriç, G. (2016). Genel kimya laboratuvarlarında V-diyagramı kullanımı ve uygulamaları. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 58-75.
- Niaz, M. and Robinson, W.R. (1992). From 'algorithmic mode' to 'conceptual gestalt' in understanding the behavior of gases: An epistemological perspective. *Research in Science and Technological Education*, 10(10), 53-64.
- Novick, S. and Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study. *Science Education*, 62(3), 273-281.
- Novick, S. and Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter; a cross-age study. *Science Education*, 65(65), 187-196.
- Numanoğlu, G. (1999). Bilgi toplumu-eğitim-yeni kimlikler-II: Bilgi toplumu ve eğitimde yeni kimlikler. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 32(1-2), 341-350.
- Özcan, İ. (2005). *Ortaöğretim fen öğretmenlerinin model ve modelleme hakkındaki görüşleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özçelik, D. A. (1997). *Test hazırlama kılavuzu* (3. baskı). Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Özkara, D. (2011). *Basınç konusunun sekizinci sınıf öğrencilerine bilimsel argümantasyona dayalı etkinlikler ile öğretilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.

- Pabuçcu, A. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gaz basıncıyla ilgili bilgilerini günlük hayatla ilişkilendirebilme seviyeleri. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi*, 1(2), 1-24.
- Paton, R. C. (1996). On a apparently simple modelling problem in biology. *International Journal of Science Education*, 18(1), 55-64.
- Pehlivan, H. ve Köseoğlu, P. (2011). Fen lisesi öğrencilerinin kimya dersine yönelik tutumları ile akademik benlik tasarımlarının incelenmesi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(29), 90-102.
- Pekmezci, A. (2017). *6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin değişimi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: Animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
- Rollnick M. and Rutherford, M. (1993). The use of a conceptual change model and mixed language strategy for remediating misconceptions on air pressure. *International Journal of Science Education*, 15(4), 363-381.
- Sandoval, W. A. and Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 369-392.
- Sanger, M. J. and Phelps, A. J. (2007). What are students thinking when they pick their answer? A content analysis of students' explanations of gas properties. *Journal of Chemical Education*, 84(5), 870-874.
- Sağırılı, H. E. ve Gürdal, A. (2002, Eylül). *Fen bilgisi dersinde drama tekniğinin öğrenci tutumuna etkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Sağlam-Aslan, A. ve Karagöz, Ö. (2012). İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin analizi. *Journal of Turkish Science Education*, 9(1), 132-142.
- Sarıkaya, R., Selvi, M. ve Doğan-Bora, N. (2004). Mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde model kullanımının önemi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 85-88.
- Sevinç, E. (2008). *5E öğretim modelinin organik kimya laboratuvarı dersinde uygulanmasının öğrencilerin kavramsal anlamalarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve organik kimya laboratuvarı dersine karşı tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Schoon, K. J. (1995). The origin and extent of alternative conceptions in the Earth and spacesciences: A survey of pre-service elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 7(2), 27-46.
- Singh, K. (2007). *Quantitative social research methods*. Los Angeles: Sage Publications.
- Small, J. (2005). *First year university students' conceptions of atmospheric pressure* (Unpublished master's thesis). Faculty of Science University of The Witwatersrand, Johannesburg.

- Smit, J. J. A. (1995). Models in physics: perceptions held by final year prospective physical science, teachers studying at south african universities. *Instructional Journal Science Education*, 17(5), 621-634.
- Solak, D. (2006). *Maddenin gaz hali ünitesi için rehber materyal hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Spigner-Littles, D. and Anderson, C. E. (1999). Constructivism: A paradigm for older learners. *Educational Gerontology*, 25(3), 203-209.
- Stavy, R. (1988). Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, 10(5), 553-560.
- Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the states of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247-266.
- Sülün, Y. ve Kozcu, N. (2005). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin lise giriş sınavlarındaki çevre ve populasyon konusuyla ilgili grafik sorularını algılama ve yorumlamalarındaki yanılgıları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 25-33.
- Şahin, Y. T. ve Yıldırım, S. (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Şen, Ş. ve Yılmaz, A. (2012). Erime ve çözünmeyle ilgili kavram yanılgılarının ontoloji temelinde incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-72.
- Şenocak, E. (2005). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının maddenin gaz hali konusunun öğretimine etkisi üzerine bir araştırma (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB]. (2013). *Ortaöğretim kimya dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı Yayınları.
- Tatar, N., Yıldız Feyzioğlu, E., Buldur, S. ve Akpınar, E. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik zihinsel modelleri. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(4), 2925-2940.
- Taylan-Yıldız, H. (2006). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Tekin, B., Konyalıoğlu, A. C. ve Işık, A. (2009). Ortaöğretim öğrencilerinin fonksiyon grafiklerini çizme becerilerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(3), 919-932.
- Tekin, H. (2000). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (14. baskı). Ankara: Yargı Yayınevi.
- Tekin, S. (2008). Kimya laboratuvarının etkililiğinin aksiyon araştırması yaklaşımıyla geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Fakültesi*, 16(2), 567-576.
- Tekkaya, C., Çapa, Y. ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 42-50.

- Tekmen, S. (2006). Fizik dersinde bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin erişimine, derse karşı tutumlarına ve kalıcılığa etkisi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). *Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.*
- Tezci, E. ve Gürol, A. (2003). Oluşturmacı öğretim tasarımı ve yaratıcılık. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(1), 50-55.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. and Mamiala, T. L. (2002). Student's understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Tsai, C. and Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(18), 157-165.
- Turgut, H. (2001). *Fen eğitiminde yapılandırmacı öğretim yaklaşımı ile modellendirilmiş etkinliklerin öğrencide kavramsal gelişime ve başarıya etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Türker, E. (2011). *Bilimsel süreç becerileri yaklaşımının model kullanılarak uygulanmasının öğrencilerin başarılarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve motivasyonlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Türkmen, H. (2006). Öğrenme döngüsü yaklaşımıyla ilköğretimde fen nasıl öğretilmelidir. *Elementary Education Online*, 5(2), 1-15.
- Tüysüz, C., Tatar, E. ve Kuşdemir, M. (2010). Probleme dayalı öğrenmenin kimya dersinde öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(13), 48-55.
- Tüzün, Ü. N. (2010). *Düşünce deneylere kullanılarak yapılandırılan bilimsel tahmin argümanlarının öğrencilerin gazlar konusunu anlamalarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Usta, E. ve Korkmaz, Ö. (2010). Öğretmen adaylarının bilgisayar yeterlikleri ve teknoloji kullanımına ilişkin algıları ile öğretmenlik mesleğine yönelik tutumları. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 1335-1349.
- URL-1, www.langlopress.net Faz Diyagramı. 01 Aralık 2012.
- URL-2, <https://youtu.be/dDLMr3ynluM> Gazların Hacimlerinin Ölçülmesi. 02 Nisan 2013.
- URL-3, <https://youtu.be/ISHpqUYv9-M> Properties Of Gases Animation (Boyle's Law, Charles' Law, Avogadro's Law). 28 Ekim 2015.
- URL-4, <https://youtu.be/qX51zaEc9WU> Victor Meyer hesaplamaları. 07 Haziran 2015.
- URL-5, <https://youtu.be/Myvt0wZK8> The İdeal Gas Law. 21 Ocak 2010.
- URL-6, <https://youtu.be/BFt-Q7XvAxc> Joule Thomson Effect. 24 Mart 2012.
- URL-7, <https://youtu.be/CzffZXDwK28> Denge Buhar Basıncı. 11 Şubat 2015.

- URL-8, <https://youtu.be/YptxzEfXPI4> Difüzyon in Gases. 17 Kasım 2012.
- URL-9, <https://youtu.be/dW6L8ljqxA> Gazların Yayılma Animasyonu. 03 Mart 2012.
- URL-10, https://youtu.be/Ry_4Q_n3WqA Gaz Maddeler-Fizik Animasyonu. 04 Şubat 2014.
- URL-11, <https://youtu.be/YgGik5q1JSA> İdeal-Gas Simülasyon With Maxwell-Boltzman Distribution. 30 Mart 2012.
- URL-12, <https://youtu.be/gmN2fRIQFp4>, How Gases Differ From The Other Phases of Matter. 14 Ağustos 2013.

Uzuntiryaki, E., Çakır, Ö. ve Geban, Ö. (2001, Eylül). *Kavram haritaları ve kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin asit bazlar konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi*. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi Bildiriler Kitabı, İstanbul.

Ültay, N. (2012). *Asit ve baz konusuyla ilgili REACT stratejisine ve 5E modeline göre etkinliklerin geliştirilmesi, uygulanması ve karşılaştırılması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Ünal-Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Van Driel, J. H. and Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.

Vatansever-Bayraktar, H. (2015). Sınıf yönetiminde öğrenci motivasyonu ve motivasyonu etkileyen etmenler. *Electronic Turkish Studies*, 10(3), 1079-1100.

Yağbasan, R. ve Gülçiçek, A. G. Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 102-120.

Yalçın, S. (2011). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modelleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Yalçınkaya, E. (2010). *Effect of case based learning on 10th grade students' understanding of gas concepts, their attitude and motivation* (Unpublished doctoral dissertation). Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.

Yanpar-Şahin, T. (2001). Oluşturmacı yaklaşımın sosyal bilgiler dersinde bilişsel ve duyuşsal öğrenmeye etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 465-481.

Yaşar, M. D. ve Sözbilir, M. (2012). 9. sınıf kimya dersi öğretim programındaki yapılandırmacılığa dayalı öğelerin öğretmenler tarafından uygulamaya yansıtılması. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5(7), 789-807.

- Yavuz, S. ve Çelik, G. (2013). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin gazlar konusundaki kavram yanlışlarına tahmin et-gözle-açıkla tekniğinin etkisi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1-20.
- Yeşiloğlu, N. (2007). *Gazlar konusunun lise öğrencilerine bilimsel tartışma (argümantasyon) odaklı yöntem ile öğretimi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, B. (2010). *Sınıf Öğretmeni Adaylarının Gazlar Konusundaki Kavramlar İle İlgili Bilgi Düzeyleri ve Sahip Oldukları Kavram Yanlışlarının Belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Yılmaz, M. (2007). Sınıf öğretmeni yetiştirmede teknoloji eğitimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 155-167.
- Yiğit, N., Akdeniz, A. R. ve Kurt, Ş. (2001, Eylül) *Fizik öğretiminde çalışma yapraklarının geliştirilmesi*. Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Yiğit, N. ve Özmen, H. (2006). Fen öğretimine yönelik hazırlanan modellerin kazandırmayı amaçladıkları davranışlar açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(21), 1-14.
- Yücel, İ. (2006). *Kimya derslerindeki öğretim uygulamalarının öğrencilerde yaratıcı düşünmenin gelişmesine ve öğrenci başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yükseköğretim Kurulu [YÖK]. (1996). *Kimya öğretimi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Deneme Basımı.
- Zeynelgiller, O. (2006). *İlköğretim II. kademe fen bilgisi dersi kimya konularında model kullanımının öğrenci başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Zoller, U. (1993). Are lecture and learning compatible? *Journal of Chemical Education*, 70(3), 195-197.



8. EKLER

8. 1. Gazlar Başarı Testi

GAZLAR BAŞARI TESTİ

Sevgili öğrenciler;

Bu test sizlerin gazlar konusundaki başarı düzeylerinizin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Sorulara verdiğiniz cevaplar kesinlikle saklı tutulacaktır. Başarılar dilerim.

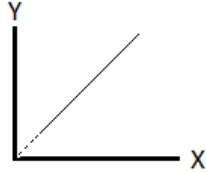
Muhammet Emir ÇEVİK
KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi

A. KİŞİSEL BİLGİLER:

1. Adınız ve Soyadınız	:	
2. Öğrenci Numaranız	:	
3. Cinsiyetiniz	:	Bay () Bayan ()

SORULAR

1.



Bir miktar gazın iki farklı özelliğine (X ve Y) ilişkin yukarıdaki grafik veriliyor. X ve Y değişkenleri dışında diğer değişkenlerin sabit olduğu düşünülürse, grafikte yer alan X ve Y değişkenleri hangi iki değişken olabilir? (Gaz kanunlarını dikkate alınız)

X Y

- | | | |
|----|------------|-----------|
| A) | Basınç | Hacim |
| B) | Mol sayısı | Sıcaklık |
| C) | Sıcaklık | Kütle |
| D) | Sıcaklık | Hacim |
| E) | Hacim | Mol Kütle |

Açıklama:

.....

.....

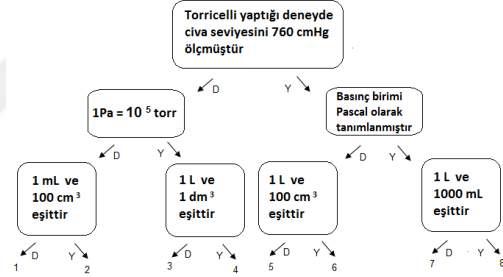
.....

.....

.....

.....

2. Aşağıda verilen bilgiler göre D ve Y yollarını seçerek ilerlediğinizde hangi çıkış yoluna ulaşırsınız?



- A) 4 B) 7 C) 6 D) 3 E) 1

Açıklama:

.....

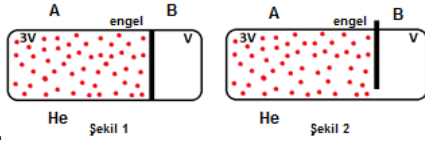
.....

.....

.....

.....

.....



3.

Şekil 1'de A bölümünde 8 mol He gazı bulunan, B bölümünde ise bir hiç gaz bulunmayan bir kap gösterilmektedir.

A ve B bölmeleri arasındaki engel Şekil 2'deki gibi kaldırıldığında gaz taneciklerinin denge konumlarıyla ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur değişikliklerden hangisi gerçekleşir?

- A) 4 mol gaz A kabında, 4 mol gaz B kabında olacak şekilde dağılır
 B) 6 mol gaz A kabında, 2 mol gaz B kabında olacak şekilde dağılır
 C) Engel kaldırılrsa da, He gazı B kabına geçmez.
 D) 7 mol gaz A kabında, 1 mol gaz B kabında olacak şekilde dağılır
 E) Engel kaldırıldığında, He gazının yoğunluğu artar

Açıklama:

.....

4. 27 °C sıcaklık ve 190 mmHg basınç altında 2 gramlık bir X gazı 4,1 L hacim kaplamaktadır.

Buna göre X gazının mol kütlesi kaç olarak hesaplanır?

- A) 0,24 B) 48 C) 24 D) $\frac{1}{4}$ E) 32

Açıklama:

.....

5. Gazlara ait özelliklerden olan basınç ve hacim kavramlarına ilişkin aşağıda bazı bilgiler verilmektedir.

- Kapalı kaplarda gaz basıncı barometre kullanılarak ölçülür
- Sürtünmesiz pistonlu kaptaki bulunan bir gazın basıncı, dış basınçtan büyüktür.
- Bir gazın hacmi, içinde bulunduğu kapalı kabın hacmi kadardır
- Açık hava basıncı manometreyle ölçülür
- Deniz seviyesinden 1 km yüksekte ve 0 °C sıcaklıkta, açık hava basıncı 1 atm olarak hesaplanır

Yukarıda verilen bilgilerden kaç tanesi doğrudur?

- A) 3 B) 2 C) 1 D) 5 E) 4

Açıklama:

.....

6.

- Joule-thomson olayında gaz genişmesi sırasında sıcaklık değişimi ne kadar küçükse gaz o kadar ideale yakındır
- Sıkıştırılan gazlar ortamı ısıtır, genişleyen gazlar ise ortamı soğutur
- Soğutucularda Joule-thomson olayı ile sıvılaştırılmış akıcı maddeler kullanılır

Yukarıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) II ve III
 D) I ve II E) I,II ve III

Açıklama:

.....

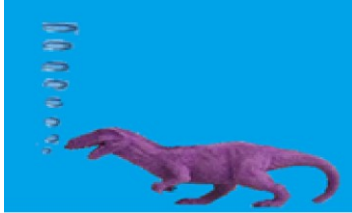
7. Sabit hacimli kapalı bir kabın içinde 5 mol A gazı bulunmaktadır. Aynı sıcaklıkta, bu kaba 3 mol daha A gazı ilave edilirse, kabtaki son durum için **aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğru olur?**

- A) Sabit hacimli olduğu için, kabın basıncı değişmez
 B) Kaptaki taneciklerin hızları artar.
 C) Kaptaki taneciklerin kabın çeperlerine yaptıkları basınç artar.
 D) Kaptaki taneciklerin birbiriyle çarpışma sayıları azalır.
 E) Kaptaki taneciklerin kabın çeperlerine çarpma sayısı azalır.

Açıklama:

.....

8.



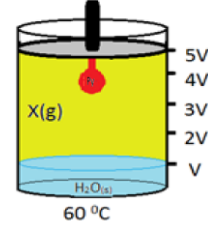
Bir gölün dibinde sıcaklık 7°C ve basınç 5.6 atm'dir.

Buna göre; gölün tabanında bulunan resimdeki canlının, burnundan çıkan hava kabarcığının hacmi $5V$ ise, bu kabarcığın sıcaklığın 27°C ve basıncın 2 atm olduğu derinlikteki hacmi kaç V 'dir?

- A)270 B) 52 C) 20 D) 15 E) 54

Açıklama:

.....



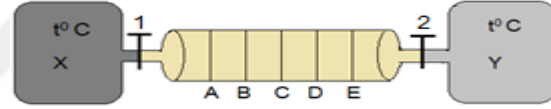
9.

Şekilde hareketli pistonu sahip sistemin sıcaklığı 60°C de denge halinde bulunuyor. Kap içindeki balonun basıncının P birim olduğu biliniyor. Piston $5V$ den $3V$ ye getirilerek kabın hacmi azaltılıyor.

Balondaki gazın son basıncı kaç P birim olur? (pistonun ağırlığını ihmal ediniz, balonun kısmi basıncı $P_{balon} = P_Y$, 60°C 'de $P_{su\ buharı} = P_B$ 'yi $0.2P$ birim olarak hesaplayınız.)
 A) $1.8P$ B) $1.6P$ C) $2P$ D) $2.2P$ E) $2.5P$

Açıklama:

.....



10. Belirli bir sıcaklıkta, aynı ortamda bulunan yukarıdaki kaplarda 1 ve 2 Numaralı musluklar aynı anda açıldığında X ve Y gazları 6 eşit bölmeye ayrılmış boru içerisinde hareket etmekte ve D noktasında karşılaşmaktadırlar.

Buna göre;

- I. X gazının molekül kütlesi Y gazının molekül kütlesinden büyüktür
- II. X ve Y gazlarının B noktasında ilk defa karşılaşmaları için Y gazının bulunduğu kap ısıtılmalıdır
- III. X gazının yayılma hızı Y gazının yayılma hızından büyüktür

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III

E) I, II ve III

Açıklama:

.....

11.

- I. Boyle yasası
- II. Victor Meyer yöntemi
- III. Charles yasası
- IV. Graham yasası
- V. Avogadro yasası

İdeal gaz denklemleri oluşturulurken, yukarıdaki yasa veya yöntemlerde ortaya konulan bağıntılardan (formüllerden) hangileri kullanılmaktadır?

- A) I, III, IV B) II, III, V C) I, II, III
D) III, IV, V E) I, III, V

Açıklama:

.....

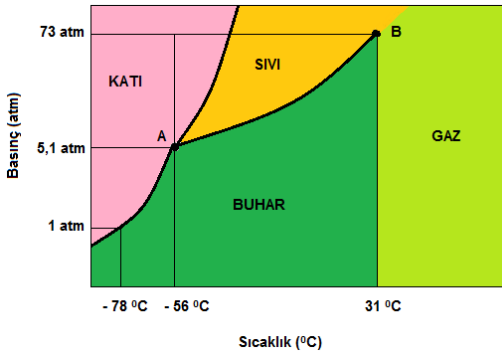
.....

.....

.....

.....

.....



12.

Yukarıda karbondioksitin faz diyagramı verilmiştir.

Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. Katı CO₂'nin 1 atm basınçta erimesi mümkün değildir
- II. 1 atm basınçta -78 °C'nin üstündeki sıcaklıklara ısıtılırsa, katı CO₂ hemen süblimleşir
- III. Basınç arttıkça katı CO₂'nin erime sıcaklığı düşer
- IV. CO₂'nin kritik basıncı 5,1 atm'dir

- A) I, II ve III B) I, III, IV C) I, II ve IV
D) II ve III E) I ve II

Açıklama:

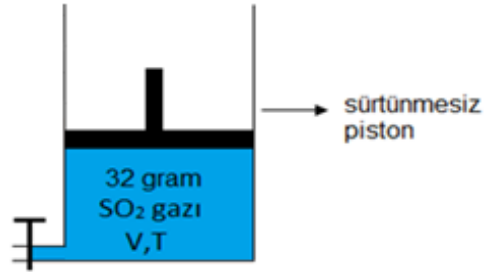
.....

.....

.....

.....

13.



SO₂ gazı sürtünmesiz pistonlu, V hacimli kapta şekildeki gibi dengededir. Kap içerisinde 32 gram SO₂ gazı bulunmaktadır.

Kaba aynı sıcaklıkta 88 gram CO₂ gazı eklendiğinde ve herhangi bir reaksiyon da gerçekleşmediğinde hacim kaç V olur? (S:32g, O:16g, C:12g)

- A) 5 V B) 2,5 V C) 3 V D) 4 V E) 4,5 V

Açıklama:

.....

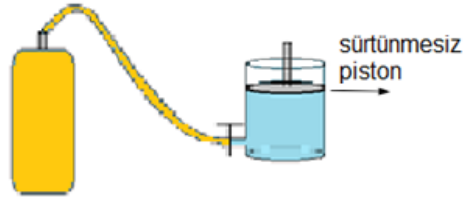
.....

.....

.....

.....

14.



İçinde bir miktar gaz bulunan sürtünmesiz hareketli pistonu sahip kap ve içi başka bir gazla dolu tüp birbirlerine hortumla bağlanmıştır. Hortumdan gaz geçişi musluk yardımıyla sağlanmaktadır. Musluk açılarak pistonlu kaba az bir miktar gaz gönderilmektedir. (*tüpteki gaz yoğunluğu daha fazladır ve gazlar reaksiyona girmemektedir*)

Kapta nasıl bir değişiklik meydana gelir?

- A) Kaptaki gazın basıncı artar
B) Kaptaki gazın basıncı azalır
C) Kaptaki gazın hacmi değişmez
D) Kaptaki gazın mol sayısı değişmez
E) Kaptaki gazın hacmi artar

Açıklama:

.....

.....

.....

.....

18. İlk defa 1827 yılında Robert Brown gaz moleküllerinin göstermiş olduğu doğrusal ve zigzaglı hareketler üzerine çalışmalar yapmıştır. Gazların katı ve sıvılardan farklı olan bu davranışları kinetik teorinin temellerini oluşturmuştur. Bilim insanları gaz moleküllerinin arasındaki boşlukları ve etkileşimleri kinetik teori ile açıklamaya çalışmışlardır. Ayrıca kinetik teori, gaz yasalarında gözlenen durumların nedenlerine yönelik açıklamaları içermektedir.

Yukarıda gazlar için verilen örneği ve bilimsel bilgi türleri hakkındaki bilgilerinizi düşündüğünüzde; teori ve yasa ile ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Teoriler, ilgili oldukları duruma dair yeni gözlem ve bulgularla desteklendikleri sürece geçerliliklerini korurlar
- B) Teoriler de, kanunlar kadar önemli bilimsel açıklamalardır
- C) Teoriler, doğada gerçekleşen olaylara açıklama getirmeye çalışırlar
- D) Teoriler gibi kanunlar da her zaman yeni bulgular ışığında değişime açıktır
- E) Teoriler ispatlanınca yasalara dönüşür

Açıklama:

.....

.....

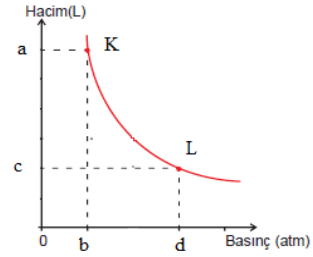
.....

.....

.....

.....

19.



Yukarıda sabit sıcaklığa sahip belirli bir miktar CO₂ gazına ilişkin basınç hacim grafiği verilmiştir. Grafik göz önünde bulundurulduğunda CO₂ gazıyla ilgili olarak;

- I. $a \times b$ ile $c \times d$ birbirine eşittir
- II. K noktasında kabın duvarlarına çarpan gaz tanecikleri çarpma sayısı daha fazladır
- III. L noktasında tanecikler arasındaki mesafe K noktasına göre daha azdır

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) I, II ve III
- B) I ve II
- C) Yalnız II
- D) II ve III
- E) I ve III

Açıklama:

.....

.....

.....

.....

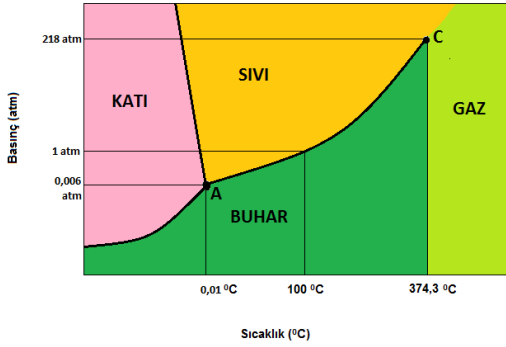
.....

.....

.....

.....

20.



Yukarıda suyun faz diyagramı verilmiştir.

Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. A noktasında suyun her üç hali de bulunmaktadır
- II. 374,3 °C'nin üstünde gazdan sıvıya geçiş olabilir
- III. 200 °C ve 1 atm basınç altında su, buhar haldedir
- IV. 218 atm basınçta, 374,3 °C'nin altındaki sıcaklıklarda su gaz halde bulunabilir
- V. Suyun kritik sıcaklığı 374,3 °C'dir

- A) I ve II B) I ve IV C) I, III, IV
D) II ve III E) I, III ve V

Açıklama:

.....

SORU	A	B	C	D
1				X
2			X	
3		X		
4		X		
5			X	
6				
7			X	
8				X
9	X			
10				X
11				
12				
13	X			
14				
15	X			
16		X		
17			X	
18				
19				
20				

8. 2. Kimya Dersi Tutum Ölçeği

Tutum maddeleri	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1) Kimya dersinde kendimi yetersiz hissediyorum					
2) Kimya dersini sevmiyorum					
3) Kimya dersinde yaptığımız çalışma ve araştırmalar bana yeterli olma duygusu tattırıyor					
4) Kimya dersi ile ilgili yayınları okumaktan keyif alırım					
5) Kimya dersinde yapılan deneyler dersleri daha zevkli hale getiriyor					
6) Kimya dersinin nitelikli bilim insanı yetiştirmeye yönelik olduğunu düşünüyorum					
7) Kimya dersinde çok pasif kaldığımızı düşünüyorum					
8) Kimya dersinde çoğu zaman kaygı yaşıyorum					
9) Kimya bilgisinin insanlığın gelişimine katkı getirdiğini düşünüyorum					
10) Kimya dersinde genellikle sinirli ve gergin oluyorum					
11) Kimya dersinin içeriği gereksiz bilgilerle doludur					
12) Kimya dersinin gereklerini severek yerine getiriyorum					
13) Kimya dersinde çok sakin ve korkusuz olurum					
14) Kimya dersi günlük yaşamda işe yaramaz					
15) Kimya hiç sevmediğim derslerden biridir					
16) Kimya ile ilgili bilgilendirici açıklamaları zevkle dinlerim					
17) Kimya dersinin gereklerini zevkle yerine getiririm					
18) Kimya dersi ile ilgili kaynakları okumayı severim					

19) Kimya dersi ile ilgili kitaplar okumaktan zevk almam					
20) Kimya dersine kesinlikle girmek istemem					
21) Kimya kolay anlaşılmayan sıkıcı bir derstir					
22) Kimya benim için hoş ve uyarıcı bir derstir					
23) Kimya benim en çok korktuğum derslerdendir					
24) Kimya deneylerine severek ve isteyerek katılıyorum					
25) Kimya dersi benim için heyecan vericidir					
26) Kimya dersine çalışmaktan büyük keyif alırım					
27) Kimya dersine mecbur olduğum için çalışırım					
28) Kimya dersine sadece sınıf geçmek için çalışırım					
29) Kimya dersi beni huzursuz eder					
30) Kimya bütün dersler arasında en korktuğum derstir					
31) Kimya dersinde zaman geçmek bilmez					
32) Kimya dersi eğlenceli bir derstir					
33) Diğer derslere göre kimya dersine daha çok severek çalışırım					
34) Kimya dersinde verilen ödevlere ilişkin araştırma yapmakta sıkıntı duyarım					

8. 3. Ders Planları

8. 3. 1. Yapılandırmacı Yaklaşım Ders Planları

BÖLÜM 1

Dersin Adı	Kimya
Sınıf	11. sınıf
Ünite	Gazlar
Konu	Gazların Genel Özellikleri
Süre	2 ders (40+40)

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları	<p>“11.3.1. Gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerini ve bunların ölçülme yöntemlerini açıklar”</p> <p>“a. Basınç ve hacim birimleri (Pa, atm, Torr (mmHg), bar, L, m³; bunların ondalık ast ve üst katları) yanında ölçme yöntemleri kısaca açıklanır. Manometrelerle ilgili hesaplamalara girilmez.”</p> <p>“b. Gazların özelliklerine ilişkin gözlemsel (Boyle ve Charles) yasalar hatırlatılarak Avogadro yasası işlenir.”</p> <p>“c. Bilimin doğası temelinde teori ile yasa arasındaki fark irdelenir.”</p>
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Basınç, Hacim, Mutlak Sıcaklık, Normal Şartlar, Standart Şartlar, atm, mmHg, cmHg, Torr, bar, mL, L, dm ³ , cm ³
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı, 5E Modeli, Modellerle Öğretim, Soru Cevap, Tartışma, Grup Çalışması, Anlatım
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Animasyon, Resimler, Pedagojik Analogik Modeller

BÖLÜM 3

Öğrenme etkinlikleri

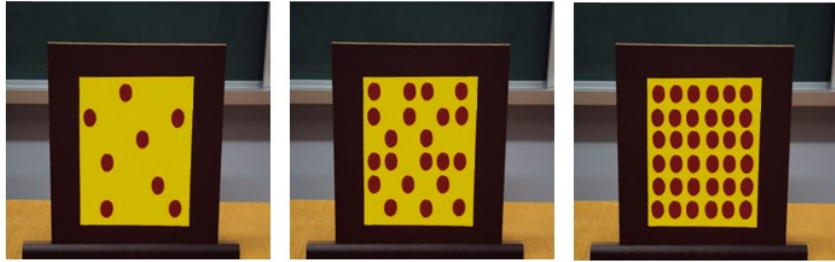
Giriş



Manometre ve barometre modelleri öğrenciye gösterilir ve bu modellerin neyi temsil ettiğine ilişkin fikir yürütmeleri sağlanır. Dikkatleri çekildikten sonra, bugünkü konunun ne olabileceği tartışılır. Daha sonra “Gazların basıncı nasıl ölçülür?”, “Açık hava basıncı nasıl ölçülür?”, “Gazları betimlerken hangi özelliklerini ifade ederiz?”, Gazların miktarı ve hacmi arasında nasıl bir ilişki vardır?”, “Gazların sıcaklığı ve hacmi arasında nasıl bir ilişki vardır?”, “Gazların hacmi ve basıncı arasında nasıl bir ilişki vardır?”, “Basınç birimleri nelerdir?”, “Hacim birimleri nelerdir?” gibi sorular öğrencilere yöneltilerek öğrencilerin ön bilgileri belirlenmeye çalışılır. Daha sonra öğrencilere bu soruların cevaplarını dersin sonunda verebilecekleri söylenir ve derste gazların özelliklerinden, Bunların (basınç ve hacmin) ölçülme yöntemleri ve birimlerinden, gazların miktar-hacim, sıcaklık-hacim ve basınç-hacim ilişkilerinden işleneceği belirtilerek hedeften haberdar olmaları sağlanır.

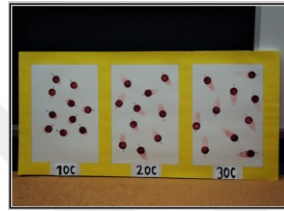
Keşfetme

İlk olarak öğrencilere maddenin katı, sıvı ve gaz hallerinde taneciklerin dağılımlarını gösteren aşağıdaki model gösterilir ve modeli incelemeleri istenir. Daha sonra öğrencilerden katı, sıvı ve gaz fazında maddenin tanecikli yapısı üzerine tartışmaları ve kıyaslamalar yaparak gazların özelliklerini ifade etmeleri istenir.



İkinci adımda manometre modeli öğrencilere verilir ve “Ne yapılırsa cıva seviyesi (kırmızı eliş kağıdı) yükselir? Ne olursa cıva seviyesi düşer (elişi kâğıdı aşağı doğru gelir)? “Cıva seviyesinin (kırmızı eliş kağıdı) cam borularda yükselmesine veya alçalmasına neler etki eder?” gibi sorgulamalarını ve keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır. Daha sonra barometre modeli öğrencilere verilir ve benzer sorular yönelterek yine barometrenin çalışma prensibini keşfetmeleri sağlanır. Farklı durumlarda gazların hacim ve basıncının nasıl değiştiği manometre ve barometre üzerinden sorgulamaları sağlanır.

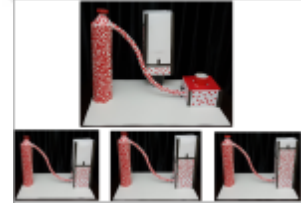
Üçüncü adımda sıkışan sünger modeli öğrencilere verilir. “Burada siyah boncuklar neyi temsil ediyor?”, “Aralarında boşlukların miktarı nasıldır?”, “Bu düzeneğe üstten baskı (basınç) yapın, ne gözlemlediniz?” “Buna göre, gazın basıncı ve hacmi arasında nasıl bir ilişki kurarsınız?” gibi sorular öğrencilere yöneltilir. Sorgulamalar sayesinde, öğrencilerin Boyle yasasını keşfetmeleri veya hatırlamaları sağlanır.



Dördüncü olarak hızlı tanecikler modeli öğrencilere verilir. “Kırmızı tanecikler neyi temsil ediyor?”, “Beyaz zemin altındaki rakamlar ne anlama gelmektedir?”, “Her üç kutu arasında bir farklılık var mı? Ve bu farklılık ne anlama geliyor?”,

“Taneciklerin ardındaki gölge gibi kısımlar ne anlama geliyor ve her üç kutuda neden farklı sizce?” gibi sorular öğrencilere yöneltilir. Sorgulamalar sayesinde, öğrencilerin Charles yasasını keşfetmeleri veya hatırlamaları sağlanır.

Beşinci olarak avogadro kutusu modeli öğrencilerin incelemesi için sunulur. “Model sizce neyi temsil ediyor?”, “Günlük hayatta bu gibi bir model veya buna benzer gerçek bir nesne gördünüz mü?”



“Kırmızı renkli tanecikler neyi ifade ediyor?”, “Şekilde görünen musluk ne işe yarar?”, “Dikdörtgen yapı üstünde resmedilen farklı boyutta kaplar size neyi hatırlatıyor?”, gibi sorular öğrencilere yöneltilir. Sorgulamalar sayesinde, öğrencilerin Avogadro yasasını keşfetmeleri sağlanır.



Altıncı olarak grafikler panosu modelini öğrencilerin incelemesi sağlanır. “Grafiklerden bildiğiniz var mı?”, “Hangi grafiğin hangi yasayla ilgili olduğunu bulabilir misiniz? Bildikleriniz söyler misiniz?”, “Çizgilerin sıfır noktasına ulaşmaması ne anlama geliyor?”,

“Doğru orantı ile ters orantının ne olduğunu açıklar mısınız?”, “Bir değer artarken diğer değer sabit kalması ne anlama gelir?” gibi sorular öğrencilere yöneltilir. Sorgulamalar sayesinde, öğrencilerin önceki yıllarda öğrendikleri ve yeni öğrenecekleri yasalara ilişkin

grafikleri bir arada göreceklere modelin sınıfta sürekli asılı olacağı belirtilir.

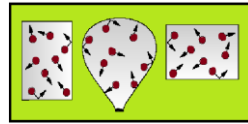
Açıklama

İlk olarak; Gazların betimlenmesinde kullanılan özellikleri (basınç ve hacim) öğrencilere açıklanır. Açık hava basıncının barometreyle ölçüldüğü belirtilir. Torricelli'nin deneyi açıklanır. Kapalı kaplardaki gazların basıncının ise manometreler ile ölçüldüğü belirtilir. Manometrelerin yapısı açıklanır. Az önce kullandıkları materyallerden birinin manometreyi diğerinin ise barometreyi temsil eden birer model olduğu belirtilerek, verilen bilgiler model üzerinden de bir kez daha açıklanır.

Civanın Yükselişi modeli, Civanın Değişken Seviyesi modellerin gaz basıncını ölçmek için kullanılan manometre ve barometreleri temsil ettiği açıklanır. Açık hava basıncının deniz seviyesinde 0°C 760mmHg ya da 76cmHg ölçüldüğü belirtilir. Açık hava basıncının bulunduğumuz ortamda üzerimize etkiye havanın basıncı olduğu ve bunun bulunduğumuz yüksekliğe göre değiştiği belirtilir. Bunun yanında deniz seviyesinde 76cmHg hesaplandığı belirtilir. Buradan yola çıkarak basınç birim dönüşümleri verilir.

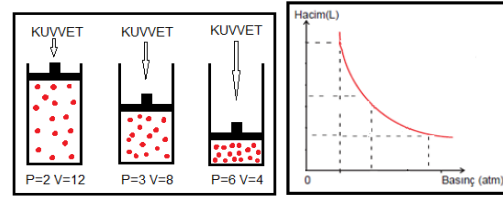
Basınç: Modellerden yola çıkarak gazların basıncını birim hacimdeki tanecik sayısı, hızı ve çarpışma sayısı ile doğru orantılı olduğu açıklanır. Uluslararası Birim Sistemi Basınç birimini Pascal olarak tanımladığı belirtilir.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} \quad 76 \text{ cm Hg} = 760 \text{ Torr} \quad 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$



Resim yardımıyla basıncın şekle bağlı olmaksızın kabın her yerine gaz taneciklerinin çarpması sonucu oluştuğu vurgulanır.

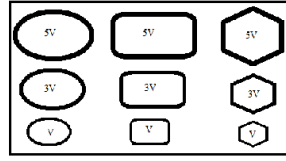
Basınç değişiminde hacimde meydana gelecek değişim şekil ve grafik üzerinden açıklanır.



Hacim: Bir gazın hacminden bahsedilebilmesi için sıcaklık ve basıncının bilinmesi gerekir. Çünkü sıcaklık ve basınçtan katı ve sıvılara nazaran çok daha fazla etkilenmektedir. Hacim dediğimizde kapalı bir kap aklımıza gelmektedir. Açık bir kabın hacminden bahsetmeye ve hesaplama yapmaya gerek duyulmaz. Hacim ölçerken en çok kullanılan L ve mL birimler olduğu belirtilir.

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL} \quad \text{m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ d m}^3 = 1000 \text{ mL}$$

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ mL} = 10^3 \text{ cm}^3$$

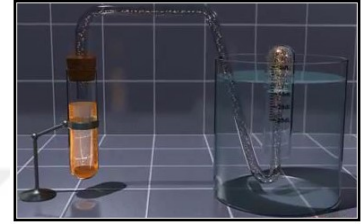


Şekilleri farklı sabit hacimli kaplar ve hacimleri değiştirilebilen pistonlu kaplarda hacim kavramı incelenir.



Bu bilgilerin ardından aşağıdaki resmin incelenmesi istenir. Balonun nasıl şiştiğine dair fikir yürütmeleri istenir. Isınan gaz taneciklerinin esnek kabın hacmini arttıracığı vurgulanır. Eğer kap esnek değilse basıncı arttıracığı üzerine vurgu yapılır.

Gaz hacmi animasyon yardımıyla açık hava basıncında olduğu gibi su buharının oluşturduğu basınçta sıvı seviyesinde değişikliğe neden olacağı açıklanır. Gaz basıncı üzerine vurgu yapılır.



İkinci olarak hızlı tanecikler modeli üzerinden Charles yasasına ilişkin açıklama yapılır. Sıcaklık değişiminin gaz taneciklerinin hızlarına ve hacmine etki edeceği vurgulanır. Modelde taneciklerin birbirinden farklı uzaklıklarda oluşu, taneciklerin ardındaki hızlarını temsil eden çizimler, kutuların altında yazan sıcaklık miktarında artışla doğru orantılı olduğu açıklanır.

Üçüncü olarak; Boyle ve Charles yasalarından yola çıkılarak Avogadro yasasına ilişkin bilgi verilir. Mol sayısı ile hacim arasındaki ilişki ifade edilir. Model üzerinden basıncın çok olan yerden yani tüpten pistonlu kaba doğru geçiş yapacağı bunun için aradaki musluğun kullanılacağı vurgulanır. Yasaya ilişkin gerekli açıklamalar yapılır.

Amedeo Avogadro gazların basınç sıcaklık ve hacim sıcaklık ilişkilerini birleştirerek Avogadro Kanununu ortaya koydu. Avogadro kanununa göre eşit sıcaklık ve basınçta farklı gazların aynı hacimde aynı mol sayısında madde miktarına sahip olduğu belirtilir. Hareketli pistonu sahip bir kabın içindeki gaz miktarı arttırıldığında artış miktarına göre hacimde de artış olacaktır. Benzer bir şekilde sabit hacimli bir kaptaki madde miktarı arttırıldığında madde miktarının artışına göre basınçta da artış gözlenecektir. Ardından Normal Koşullar ve Standart Koşul kavramları belirtilir. Normal Koşullar denildiğinde 1 atm basınç altında sıcaklığın 0°C olduğu anlaşılır. Bu koşullarda 1 mol ideal gaz 22,4L hacim kaplar. Standart Koşullar denildiğinde ise oda sıcaklığında bir maddenin 25°C de 1 atm basınç altındaki durumu anlaşılır. Bu durumda 1 mol ideal gaz 24,5L hacim kapladığı bilgileri verilir.

Bu aşamada basınç, hacim, mol sayısı ve sıcaklık arasında kurulan ilişkiler verilerek üzerinde fikir yürütmeleri istenir. Ardından gerekli açıklamalar yapılır.

Sürtünmesiz hareketli pistonu yapılan deneyde sabit sıcaklıkta belirli bir miktar gazın basıncı ve hacminin çarpımının aynı olduğu anlaşılmaktadır.

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Sürtünmesiz bir kaptaki basınç ve madde miktarı aynı tutulmaktadır. Sıcaklık arttıkça hacim de artacaktır. Charles kanunu ile yapılan hesaplamalarda bulunan eşitlik şu şekildedir:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Burada unutulmaması gereken sıcaklık biriminin Kelvin cinsinden yazılmasıdır.

Bir gazın farklı hacim ve mol sayıları arasındaki ilişki:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Bu eşitlikte üzerinde konuşulan gazın V_1 hacme sahip bir gazın mol sayısının, aynı gazın V_2 hacmine sahip olduğundaki mol sayısına oranının eşit olduğu ifade edilmektedir.

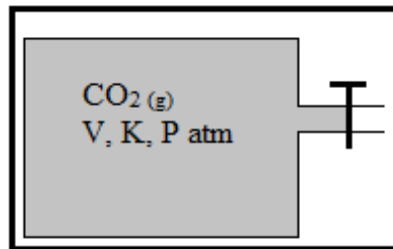
Gazın hacim ve mol sayısı arasındaki ilişkiye benzer bir ilişki de diğer değişkenler sabit olduğunda basınç ve mol sayısı arasındaki ilişkidir.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Bu eşitlikte üzerinde konuşulan gazın hacmi sabit tutulduğunda kap içindeki gazın basıncı P_1 mol sayısı n_1 kaba ilave edilen ve toplam mol sayısı olan n_2 oluşturacağı basınç P_2 oranının birbirine eşit olduğu ifade edilmektedir.

Ardından konuyla ilişkili olarak teori ve yasa frakına vurgu yapılır. Araştırmacı topladığı verileri yorumlayarak teorisini oluşturur. Ardından teoriyi destekleyecek nitelikte çalışmalarını sürdürür. Tüm bu çalışmaların ardından matematiksel ya da sözel yoldan çalışma sonuçlarını özetler. Bu ise yasa olarak adlandırılır. Açıklamaları yapılır.

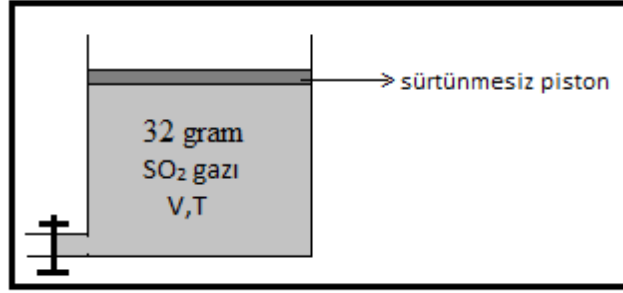
- 1.) 150 mL hacme sahip bir gaz 18 °C'den 157 °C'ye çıkarılıyor. Sabit basınçta bu kabın son hacmi ne olur?
- 2.)



Derinleştirme

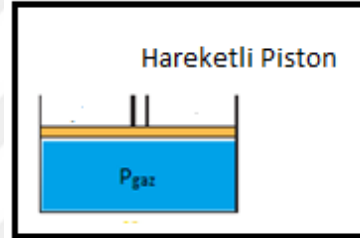
Şekilde sabit hacimli kaptaki 132 gr CO₂ gazı vardır. Sabit sıcaklıkta kaba 1.5 mol CO₂ gazı eklenirse son basınç kaç P olur. (S:32, O:16, C:12)

3.)



Şekildeki V hacimli pistonlu kaptaki 32 gram SO_2 gazı bulunmaktadır. Kaba aynı sıcaklıkta 88 gram CO_2 gazı eklendiğinde hacim kaç V olur? (S:32, O:16, C:12)

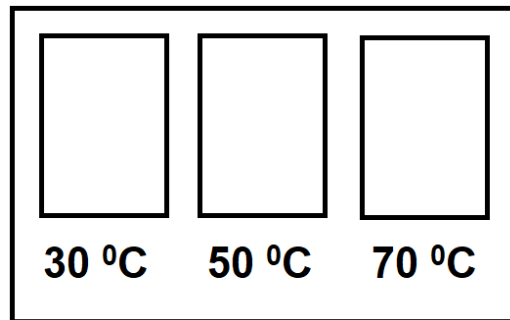
4.) Sabit basınçta 20 litre hacme sahip bir olan ideal bir gazın sıcaklığı 127°C dir. Gaz hacmini 3 katına çıkarmak için sıcaklığın kaç $^\circ\text{C}$ olması gerekir?



5.)

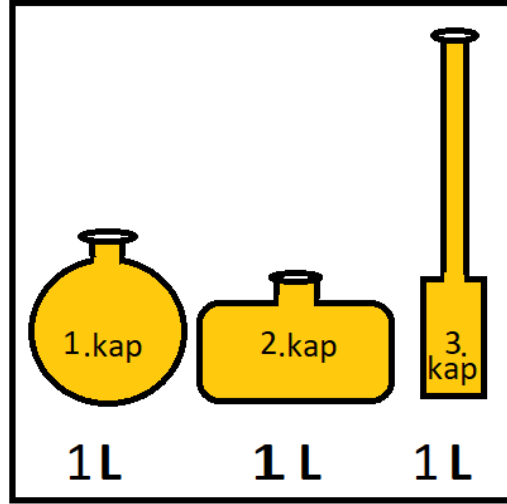
Şekildeki pistonlu kap içerisinde 27°C de $3V$ hacimli kaba peş peşe iki ısı işlem uygulanıyor. Birinci işlemde gaz 127°C 'ye, ikincisinde ise 227°C 'ye getiriliyor. Bu işlemler sonucunda gaz basıncı sabit kaldığına göre kabın hacminde sırasıyla nasıl değişiklikler olmuştur?

6.)



15 adet gaz taneciğinin olsa altlarında sıcaklıkları yazılmış şekildeki kaplara gaz taneciklerini çizmeniz istense, gaz taneciklerinin durumlarını nasıl çizerdiniz?

7.)



- İçlerinde 2 mol gaz bulunan şekildeki kapların tanecik dağılımını çiziniz?
- 1L hacme sahip 3 kaptan hangisine en çok gaz doldurulabilir?
- Her kaba 7 mol gaz sıkıştırıldığını varsayalım, hangisinin basıncı daha fazla olur neden?
- Hangi şişenin hacmi daha fazladır?

Değerlendirme

- 1.) $2 \text{ atm} = \dots\dots\dots \text{ mmHg}$ $380 \text{ mmHg} = \dots\dots\dots \text{ atm}$
- 2.) $\text{bar} = \dots\dots\dots \text{ Pa}$ $38 \text{ cmHg} = \dots\dots\dots \text{ Torr}$
- 3.) $5 \text{ L} = \dots\dots\dots \text{ mL}$ $2000 \text{ mL} = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$
- 4.) $3 \text{ dm}^3 = \dots\dots\dots \text{ mL}$ $2 \text{ L} = \dots\dots\dots \text{ dm}^3$
- 5.) Charles yasasını açıklayınız?
- 6.) Boyle Mariotte yasasını açıklayınız?
- 7.) Avogadro yasasını açıklayınız?
- 8.) Açık hava basıncını açıklayınız?

Gazın Mol Miktarı	Gaz Hacmi
2	125
4	250
8	500
16	1000
32	2000
64	4000

- 9.) Tabloya göre uygun bir grafik çiziniz.

BÖLÜM 1

Dersin Adı	Kimya
Sınıf	11. sınıf
Ünite	Gazlar
Konu	Gaz Yasaları
Süre	8 ders (40+40+40+40+40+40+40+40)

BÖLÜM 2

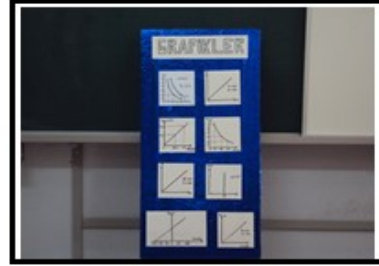
Öğrenci Kazanımları	<p><i>“11.3.2. Deneysel yoldan türetilmiş gaz yasaları ile ideal gaz yasası arasında ilişki kurar”</i></p> <p><i>“a. Boyle, Charles ve Avogadro yasalarından yola çıkılarak ideal gaz denklemini türetilir”</i></p> <p><i>“b. İdeal gaz denklemini kullanılarak örnek hesaplamalar yapılır”</i></p> <p><i>“c. Normal şartlarda gaz hacimleri kütle ve mol sayılarıyla ilişkilendirilir”</i></p> <p><i>“ç. Victor-Meyer yöntemi ve gaz kanunları yardımıyla mol kütlesi hesaplama konusu kısaca tanıtılır”</i></p>
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Basınç, Hacim, Mol Sayısı, öğünlü, Kütle, Kütle Numarası, Sıcaklık İdeal Şartlar, Standart Şartlar, İdeal Gaz Denklemi, Normal Koşullar, Standart Koşullar, Boyle-Mariotte Kanunu, Charles Kanunu, Avogadro Kanunu
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı öğrenme kuramı, 5E modeli, modellerle öğretim, soru cevap, tartışma, grup çalışması, anlatım
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Çeşitli Model Türleri (Üç Boyutlu Modeller, Animasyonlar, Grafikler, Şemalar Vb.)

BÖLÜM 3

Öğrenme etkinlikleri

Giriş

PV n RT		
0.1	2	1.0000 2.7
0.1	4	1.0000 2.7
0.1	8	1.0000 2.7
0.1	2	0.1 0.002 2.7
0.1	4	0.1 0.002 2.7
0.1	8	0.1 0.002 2.7
0.1	2	0.1 0.002 2.7
0.1	4	0.1 0.002 2.7
0.1	8	0.1 0.002 2.7
0.1	2	0.1 0.002 2.7
0.1	4	0.1 0.002 2.7
0.1	8	0.1 0.002 2.7
0.1	2	0.1 0.002 2.7
0.1	4	0.1 0.002 2.7
0.1	8	0.1 0.002 2.7
0.1	2	0.1 0.002 2.7
0.1	4	0.1 0.002 2.7
0.1	8	0.1 0.002 2.7



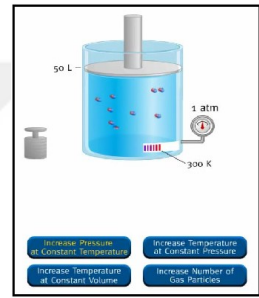
Yukarıda resimleri bulunan levhalar öğrencilere gösterilir ve bu modellerin neyi temsil ettiğine ilişkin fikir yürütmeleri sağlanır. Dikkatleri çekildikten sonra, bugünkü konunun ne olabileceği tartışılır. Daha sonra “Basınç hacim arasında nasıl bir ilişki vardır?”, “Hacim sıcaklık arasında nasıl bir ilişki vardır?”, “Mol sayısı hacim arasında nasıl bir ilişki vardır?”, “Victor-Meyer yönteminin ne olduğunu biliyor musunuz?”, Yoğunluk ve kütle arasındaki ilişkiyi kim anlatabilir?”, “Hangi değerleri bilerseniz mol sayısı veya yoğunluğu bulabilirsiniz?”, “Gazlara ait tüm özelliklerin bir arada kullanıldığı formül veya formülle var mıdır?” gibi sorular öğrencilere yöneltilerek öğrencilerin ön bilgileri belirlenmeye çalışılır. Daha sonra öğrencilere bu soruların cevaplarını dersin sonunda verebilecekleri söylenir ve derste gazların bazı özelliklerinin bilinmesi halinde ne gibi hesaplamalar yapılabileceğinin öğrenileceği belirtilerek hedeften haberdar olmaları sağlanır.

Keşfetme

PV = nRT				
0.1	2	0.1	0.082	2.7
0.1	4	1	0.082	2.7
0.05	10	1	0.082	2.7
1.1	2	0.1	0.082	2.7
1.1	1	0.1	0.082	12.7
1.05	2	0.1	0.082	12.7
0	0.2	1.00	0.082	2.7
3	0.2	0.95	0.082	12.7
3	0.2	0.10	0.082	12.7
0.1	20%	0.1	0.082	12.7
0.4	4%	0.4	0.082	12.7
0.4	61.5	0.1	0.082	12.7
0.8	4.80	0.1	0.082	12.7
0.8	5.15	0.1	0.082	12.7
0.8	8.100	0.1	0.082	12.7

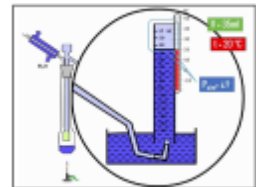
İlk olarak öğrencilere ideal gaz denklemini gösteren levha sunulur ve “Model ne amaçla hazırlanmıştır sizce?”, “Modeli gördüğünüzde hatırladığınızı ifadeler var mı?”, “İlk başta yazan formülün ne olduğunu hatırlıyor musunuz?”, “Yan yana duran harflerin neyi anlattığını biliyor musunuz?” gibi sorgulamalarını ve ideal gaz denklemini keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.

İkinci olarak ideal gaz denkleminin oluşumunu anlatan animasyon sunulur ve “Modelde dikkatinizi çeken ne oldu?”, “Hangi faktörlerin değişimini anlatıyordu?”, “Sıcaklıkta, basınçta, hacimde meydana gelen değişimler pistonlu kapta ne gibi değişikliklere sebep oluyordu?” gibi sorgulamalarını ve ideal gaz denklemini oluşturan yasaları keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.

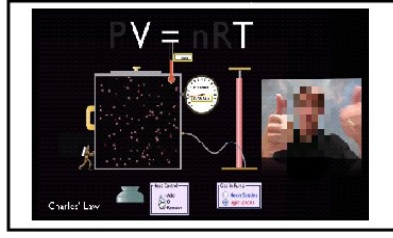


Üçüncü olarak pistonlu kaplar modeli sunulur ve “Bu kaplara biz ne isim veriyoruz?”, “Bu renkli toplar sizce neyi temsil ediyor?”, “Bu toplar bir arada konulabilir mi?”, “Topları beraber aynı kaba koysak size gazlara ilişkin hangi durumları hatırlatır?” gibi sorgulamalarını ve gazların karışımını keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.

Son olarak Victor-Meyer animasyonu öğrencilere gösterilir ve “Basınca dair ne anladınız?”, “Daha önce öğrendiklerinizle açıklayabilecekleriniz nelerdir?”, “Sıvı üstünde toplanan gaz bir basınç oluşturur mu?”, “Sıvı üstünde toplanan madde miktarını nasıl hesaplarız?” gibi sorgulamalarını ve sıvı üstünde toplanan madde miktarını nasıl hesaplanacağını keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.



Açıklama



Gazların sahip oldukları basınç, hacim, mol sayısı, sıcaklık gibi özellikleri bir araya getirerek, gazların özelliklerinde meydana gelen değişimleri hesaplanabilmesi için ideal gaz denkleminin kullanıldığı açıklaması yapılır.

İdeal gaz denkleminin gerçek gazların ideal olduğu varsayımı göz önünde bulundurularak hesaplamaların yapıldığı belirtilir. İdeal olduğu kabul edilen bir gazın sahip olduğu mol sayısı, sıcaklık, basınç ve hacim gibi değerlerden herhangi biri değiştiğinde diğer değerlerde de değişimler gözlenebilecektir. Ardından Normal Koşullar ve Standart Koşul kavramları belirtilir.

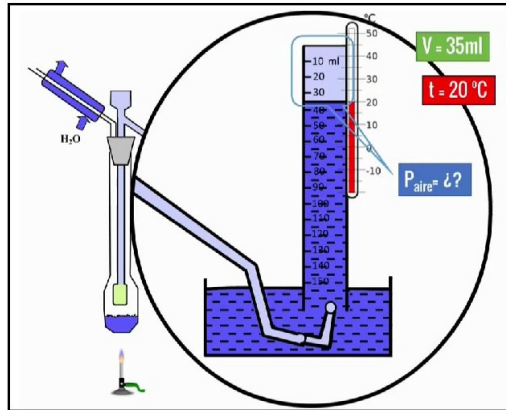
İdeal gaz denkleminde yer alan ifadelerin neyi ifade ettiği sırasıyla açıklanır. (basınç, hacim, mol sayısı, sıcaklık ve R sabiti). İfadeler belirlendikten sonra levhada görünen değerler kullanılarak hesaplamalar yapılır. Bunun ardından normal Koşullar denildiğinde 1 atm basınç altında sıcaklığın 0 °C olduğu anlaşılır. Bu koşullarda 1 mol ideal gaz 22,4L hacim kaplar. Standart Koşullar denildiğinde ise oda sıcaklığında bir maddenin 25 °C de 1 atm basınç altındaki durumu anlaşılır. Bu durumda 1 mol ideal gaz 24,5L hacim kapladığı belirtilir.

İdeal gaz denklemini kullanarak gaz haldeki bir maddenin yoğunluğu ve mol kütlesi hesaplanabilmektedir. Daha önceden öğrenildiği gibi

$$n = \frac{m}{M_A} \text{ ifadesi ideal gaz denkleminde yerine konulduğunda}$$

$$P \times V = \frac{m}{M_A} \times R \times T \text{ formülüne ulaşmaktadır.}$$

Bu formül yardımıyla mol kütlesi hesaplanabilmektedir.



Bu ifadenin yanında gazın yoğunluğunu hesaplayabilmek için aşağıdaki formül kullanılabilir. Mol kütlesi ve yoğunluğu hesaplamak için kullanılan bu yöntemin Victor-Meyer yöntemi olduğu açıklanır.

$d = \frac{m}{V}$ ifadesi ideal gaz denkleminde yerine konularak ilgili düzenlemeler yapılmalıdır.

$$P \times V = \frac{m}{M_A} \times R \times T \quad P \times M_A = \frac{m}{V} \times R \times T \quad \text{ifadesi yerine}$$

d yerleştirildiğinde $P \times M_A = d \times R \times T$ denklemi elde edilmektedir.

Derinleştirme

Boyle –Mariotte kanunu (P-V ilişkisi)	Charles kanunu (V-T ilişkisi)	Avogadro kanunu (V-n ilişkisi)
$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$
Bir kabta bulunan X gazının hacmi 3 L basıncı ise 6 atm dir. Basıncı 12 atm yapacak şekilde kabı sıkıştırırsak son hacim kaç L olur?	Sabit basınç altında 0 K de 5 L hacim kaplayan Y gazının sıcaklığı 273 K olduğundan hacmi kaç L olacaktır?	8 g H ₂ gazı 4 L lik kaba 5 atm basınç uyguluyor. Kaba 4 g H ₂ daha ilave ediliyor. Basınç aynı kalmak şartıyla son hacim ne olur?

- 5.6 L hacimli bir kabı 0 °C de 4 atm basınç yapacak şekilde doldurmak için kaç g O₂ gereklidir. (O = 16)
- 273 °C de 6.4 g SO₂ gazının yaptığı basınç 0.4 ise kapladığı hacim kaç L dir.
- Normal şartlar altında 10 L hacme sahip N₂ gazı, 6 atm basınç ve 546 °C de kaç L gelir?
- NŞA'da litresinin ağırlığı 5 g gelen C₄ H₈ gazının mol kütlesi nedir?
- 4 atm basınçta 546 K da yoğunluğu 2.5 g/lit olan gazın mol kütlesi nedir?
- 2 mol CO₂ gazı 546 °C de 10 L hacimli kaba kaç atm basınç yapar?
- 2.8 L lik kabın içinde 3.2 g O₂ gazı vardır. 0 °C de gazın yapacağı basınç nedir?
- 4.4 g CO₂ 10 atm basınçta 273 °C sıcaklıkta kaç L hacim kaplar?

Değerlendirme

- 1.) Kütle hacim arasında nasıl bir ilişki vardır?
 - 2.) Mol sayısı sıcaklık arasında nasıl bir ilişki vardır?
 - 3.) Basınç hacim arasında nasıl bir ilişki vardır
 - 4.) Basınç sıcaklık arasında nasıl bir ilişki vardır
 - 5.) Kütle numarası hacim arasında nasıl bir ilişki vardır
 - 6.) Gazların bazı özellikleri bilinirse bilinmeyen özelliklerine nasıl geçiş yapılır?
 - 7.) Gazların yoğunluğu nasıl hesaplanır?
 - 8.) Standart ve normal şartlar ne demektir?
 - 9.) İdeal gaz denklemini hangi yasaların birleşiminde oluşmaktadır?
-

BÖLÜM 1

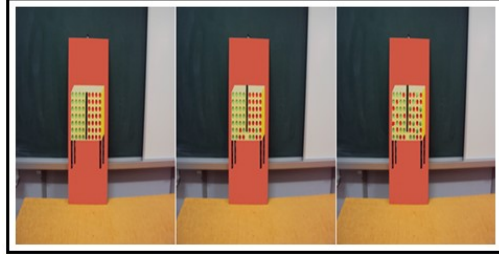
Dersin Adı	Kimya
Sınıf	11. sınıf
Ünite	Gazlar
Konu	Gazlarda Kinetik Teori
Süre	4 ders (40+40+40+40)

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları	<i>“11.3.3. Gaz davranışlarını kinetik teori ile açıklar.”</i> <i>“a. Kinetik teorinin temel varsayımları kullanılarak Graham difüzyon ve efüzyon yasası türetilir”</i>
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Difüzyon, Efüzyon, Molekül, Tanecik, Homojen, Ortalama Kinetik Enerji, N_A , m_A , M_A , Difüzyon Hızı
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı, 5E Modeli, Modellerle Öğretim, Soru Cevap, Tartışma, Grup Çalışması, Anlatım
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Çeşitli Model Türleri (Üç Boyutlu Modeller, Animasyonlar, Grafikler, Şemalar Vb.)

BÖLÜM 3

Öğrenme etkinlikleri

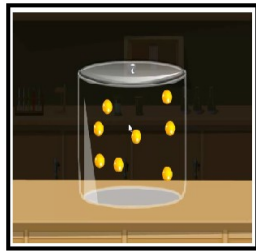


Giriş

Difüzyon Kutusu Modeli öğrenciye gösterilir ve bu modellerin neyi temsil ettiğine ilişkin fikir yürütmeleri sağlanır. Dikkatleri çekildikten sonra, bugünkü konunun ne olabileceği tartışılır. Daha sonra “Gazların yayılması hakkında neler biliyorsunuz?”, “Gaz tanecikleri hangi yöne doğru yayılır?”, “Ortamın ısı yayılmasını etkiler mi? ya da nasıl etkiler?”, “Gazların hızlarını etkileyen faktörler nelerdir?”, “Gazlar birbirine karılır mı ya da nasıl karışır”, “Homojen kelimesini duyunca aklınıza ne geliyor?”, “Difüzyon hızı ne demektir” gibi sorular öğrencilere yöneltilerek öğrencilerin ön bilgileri belirlenmeye çalışılır. Daha sonra öğrencilere bu soruların cevaplarını dersin sonunda verebilecekleri söylenir ve derste gazların difüzyonu ve efüzyonu kavramlarının işleneceği belirtilerek hedeften haberdar olmaları sağlanır.

Keşfetme

İlk olarak difüzyon kutusu modeli öğrencilere verilir ve “Farklı renklerdeki tanecikler neyi ifade etmektedir?”, “Tanecik hareketlerinin neden farklı olduğunu tahmin edebilir misiniz?”, “En sonda taneciklerin dağılımı nasıl olur?” gibi sorgulamalarını ve gazların difüzyonun nasıl gerçekleştiğini keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.



İkinci olarak gazların difüzyonu animasyonu izletilir ve “Farklı gazların karışması mümkün müdür?”, “Gazlarda tanecikler nasıl yayılır?”, “Bu animasyona göre difüzyon olayını nasıl tanımlarsınız?”, gibi sorular öğrencilere yöneltilir. Sorgulamalar sayesinde, öğrencilerin difüzyon olayını keşfetmeleri veya hatırlamaları sağlanır.

Açıklama

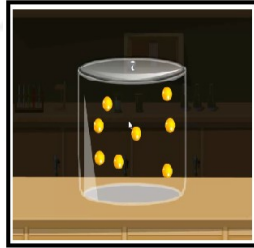


Bir parfüm sıksak sınıfta nasıl bir değişiklik olur? Gaz neden sınıfın önünden arkasına doğru ilerledi? İlerlemesi doğrusal mıdır? Sadece önden arkaya doğru mu ilerledi yoksa her yöne mi? Nasıl anlarız bunu? Başka bir parfüm daha sıkılmış olsaydık ne olurdu? Her gaz bu şekilde yayılabilir mi ve birbirine karışabilir mi?

Parfüm deneyinin ardından, çizim yoluyla gösterilen difüzyon deneylerinde gazların karşılaşma yerlerini tespit etmeleri istenir. Sonrasında animasyon ve modeller yardımıyla difüzyon olayını moleküler düzeyde fark etmelerine yardımcı olunur.

Difüzyon Kutusu adlı modelde ortadaki siyah engel hafifçe yukarı doğru çekildiğinde ne olacağı sorulur. Cevaplar alındıktan sonra panelin arkasındaki mekanizma ağır ağır yukarı çekilerek kırmızı ve yeşil taneciklerin temsil ettiği gaz molekülleri homojen karışıncaya kadar mekanizmanın hareketi devam ettirilir.

Ardından önemli noktalar üzerinde durulur. Durumun gaz moleküllerinin ortama homojen yayıldığına dair bir temsil olduğu, gazların buldukları ortamda homojen olarak dağıldığı birbirine karışarak homojen bir karışım oluşturduğu, dersin başında kullanılan parfümün sınıfta biraz daha yayılarak homojen bir karışım oluşturmak için dengeye gelmeye başladığı vurgulanır. Aynı zamanda modelde yer alan taneciklerin birer temsil olduğu, aslında gaz taneciklerinin katılar gibi düzenli değil sürekli hareket halinde olduğu vurgulanır.



Graham Difüzyon Kanunu için açıklamalar yapılır. Farklı gazların birbiri içinde ağır ağır yayıldığı, gaz moleküllerinin sürekli gelişigüzel hareket ederek içinde bulunduğu kabın çeperlerine ve birbirlerine çarparak hareket ettiği açıklanır. Aynı kap içinde yer aldıkları ve aynı sıcaklıkta oldukları için ortalama kinetik enerjileri birbirine eşittir. Açıklamaları yapılır.

Gazların yayılma hızlarına ilişkin aşağıdaki formül incelenir.

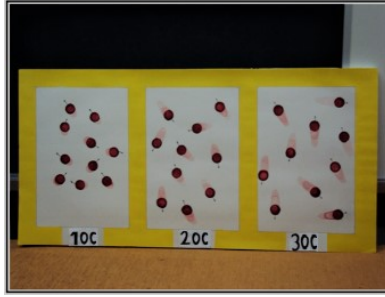
Sıcaklıkları eşit olan bütün gazların ortalama kinetik enerjileri birbirine eşittir

A gazı	B gazı	
$\frac{1}{2} \times m_A \times V_{\text{ort(A)}}^2 = \frac{1}{2} \times m_B \times V_{\text{ort(B)}}^2$		
$\frac{V_A^2}{V_B^2} = \frac{m_B}{m_A}$		
$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{m_B}{m_A}}$		
	V_A :	A gazının yayılma hızı
	V_B :	B gazının yayılma hızı

N_A : Avogadro sayısı
 m_A : Bir tane A gazı taneciğinin kütlesi
 m_B : Bir tane B gazı taneciğinin kütlesi
 $M_A = m_A \times N_A$: A gazının mol kütlesi
 $M_B = m_B \times N_B$: B gazının mol kütlesi

Aynı formül sıcaklık için uygulandığında;

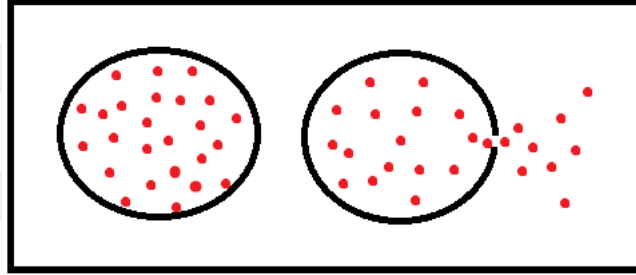
$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{T_A}{T_B}}$	şeklinde ifade edilir
--	-----------------------



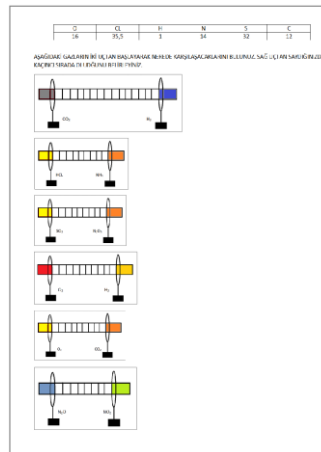
Graham Difüzyon Kanununa ilişkin formül anlatılır. Gaz moleküllerinin hızını belirlemeye yarayan formülde gaz molekülünün hızı molekül kütlesinin kare kökü ile ters orantılı olduğu anlatılır. Ardından aşağıda yer alan model incelenir. Sıcaklığın hıza nasıl etki ettiği incelenir.

Efüzyon nedir? Daha önce hiç duydunuz mu? Gaz basıncı nedir nasıl açıklarsınız? Gazların yayılma yönü ne tarafa doğru olur? İç basınç ve ya dış basınç nedir?

Soruları sorulduktan sonra aşağıdaki resim gösterilir ve yuvarlak kabın ağzı delindikten sonra gaz taneciklerinin dışarı doğru çıktığı açıklanır. Ardından kabın iç basıncının ve dış basıncının büyüklükleri hakkında fikir yürütmeleri sağlanır.



Efüzyon sabit basınçta kapalı bir kaptaki bulunan gazın bir delik açılarak kabın iç basıncı dış basıncına eşit oluncaya kadar dışarıya doğru yayılmasıdır. Açıklaması yapılarak durum gazların difüzyonu ile ilişkilendirilir.



Derinleştirme

1. H_2 molekülünün difüzyon hızı ortalaması 400 dür. Aynı koşullarda O_2 molekülünün difüzyon hızı kaçtır? Hesaplayınız. (H:1 , O:16)
2. He ve SO_2 gazlarının sabit basınç ve sıcaklıktaki difüzyon hızlarının oranı nedir? Hesaplayınız. (He:4, S:32, O:16 g/mol)

-
3. He ve NO_2 gazlarının sabit basınç ve sabit sıcaklıkta difüzyon hızlarını bulunuz? (N:14, O:16 g/mol)
 4. Önceki videoda yer alan 40 cm lik bir borunun iki ucundan pamuğa batırılmış bırakılan HCL ve NH_3 boru içinde karşılaştıklarında HCL kaç cm yol almıştır? (N:14, H:1, CL:35 g/mol)
 5. Eşit sıcaklıkta A gazının yayılma hızı, CH_4 gazının yayılma hızının 4 katı olduğuna göre, X gazının mol kütlelerini hesaplayınız. (H: 1, CH_4 : 16g/mol)

- Ortalama kinetik enerji nedir?
- Mol kütleleri ile kütle arasında fark var mıdır varsa nasıl açıklarsınız?

Değerlendirme

- Hız ve mol kütleleri arasında nasıl bir ilişki vardır?
 - Sistemin kinetik enerjisi ne demektir?
 - Gazlar hangi yöne doğru yayılır?
 - Gazlar birbirine karıştığında son durum nasıl olur?
 - Efüzyon ve difüzyon nedir? Aralarındaki fark nedir?
-

BÖLÜM 1

Dersin Adı	Kimya
Sınıf	11. sınıf
Ünite	Gazlar
Konu	İdeal Gaz- Gerçek Gaz
Süre	2 ders (40+40)

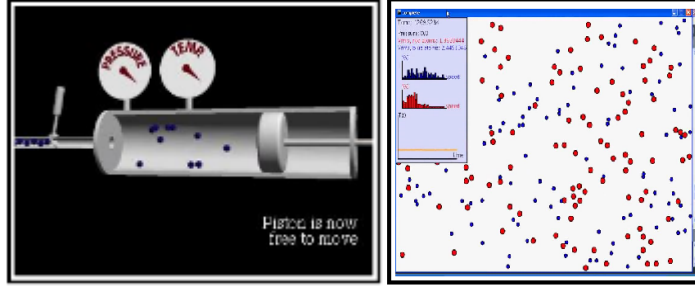
BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları	<p><i>“11.3.4. Gazların sıkışma/genleşme sürecindeki davranışlarını sorgulayarak gerçek gaz-ideal gaz ayrımı yapar.”</i></p> <p><i>“a. Gerçek gazların hangi durumlarda ideallikten saptığı irdelenir”</i></p> <p><i>“b. Karbondioksitin ve suyun faz diyagramı açıklanarak buhar ve gaz kavramları arasındaki fark vurgulanır”</i></p> <p><i>“c. Suyun farklı kristal yapılarını gösteren faz diyagramlarına girilmez”</i></p> <p><i>“ç. Gündelik hayatta yaygın kullanılan ve gerçek gazların hâl değişimlerinin uygulamaları olan soğutma sistemleri (Joule-Thomson olayı) örnekleriyle açıklanır “</i></p>
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Kinetik Teori, Kritik Sıcaklık, Kritik Basınç, İdea Gaz, Gerçek Gaz, Kaynama, Buharlaşma, Kritik Sıcaklık, Soğutucu Akışkan, Püron Gazı, Joule- Thomson Olayı, Üçlü Nokta, Hal Değişimi
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı, 5E Modeli, Modellerle Öğretim, Soru Cevap, Tartışma, Grup Çalışması, Anlatım
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Çeşitli Model Türleri (Üç Boyutlu Modeller, Animasyonlar, Grafikler, Şemalar Vb.)

BÖLÜM 3

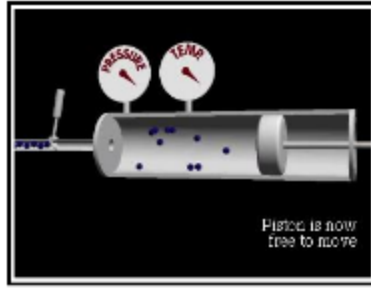
Öğrenme etkinlikleri

Giriş



İdeal gaz özelliklerini gösteren modeller öğrenciye gösterilir ve bu modellerin neyi temsil ettiğine ilişkin fikir yürütmeleri sağlanır. Dikkatleri çekildikten sonra, bugünkü konunun ne olabileceği tartışılır. Daha sonra “Kinetik teoriyi hatırlıyor musunuz?”, “Hesaplamalarda ihmal edilen bazı önemli noktalar vardı onları biliyor musunuz?”, “İdeal gaz nedir?”, “Geçek gaz nedir? İdeal gaz gerçekte var mıdır?” gibi sorular öğrencilere yöneltilerek öğrencilerin ön bilgileri belirlenmeye çalışılır. Daha sonra öğrencilere bu soruların cevaplarını dersin sonunda verebilecekleri söylenir ve derste ideal ve gerçek gazların özelliklerinden bahsedileceği belirtilerek hedeften haberdar olmaları sağlanır.

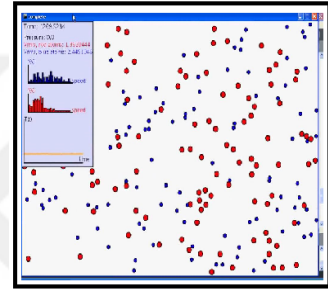
Keşfetme



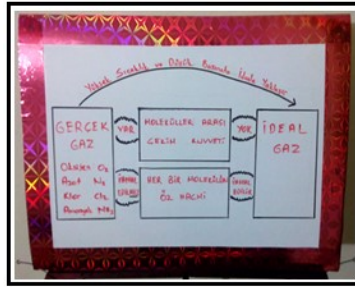
İlk olarak ideal gaz kavramına ilişkin animasyon gösterilir ve “Hangi durumlarda ideal gazda farklılar gözlenir?”, “Taneciklerin hareketlerindeki değişikliği nasıl ifade edersiniz?”, “Basınç değişikliğinde taneciklerin hareketi nasıl değişti?”

“Sıcaklık değişiminde tanecik hareketi nasıl değişti?” gibi sorgulamalarını ve keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.

İkinci olarak ideal gaz kavramına yönelik olarak animasyon gösterilir ve “Kırmızı ve mavi renkli tanecikler neyi ifade etmektedir?”, “Taneciklerin hareketini etkileyen faktör nedir?”, “Nasıl bir değişikliğe uğramaktadır?”, “Taneciklerin hareketini değiştirmek için ne yapılması gerekir?”



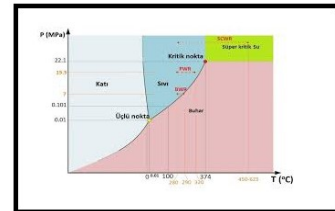
gibi sorgulamalarını ve keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.



Üçüncü olarak ideal gaz ve gerçek gaz arasındaki ayrımın tespitine yönelik model öğrencilere gösterilir ve “İlk dikkatinizi çeken ne oldu?”, “İdeal gaz kutusunun altı neden boş ve bir gaz örneği yok?”, “İdeal gaz ve gerçek gaz arasında ne gibi farklar ve ne gibi benzerlikler vardır?”

“Gerçek bir gazı ideal gaz özelliklerine yaklaştırabilmenin yolları nelerdir?” gibi sorgulamalarını ve keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.

Dördüncü olarak faz diyagramlarına ilişkin hazırlanan model öğrencilere sunulur ve “Dikkatinizi çeken özellikler nelerdir?”, “Kıta-sıvı-gaz-buhar arasındaki çizgilerin yapısı hakkında



dikkatinizi çeken bir şey var mı?”, “Aradaki çizginin olmadığı bir kısım var bu sizce neyi ifade etmektedir?”, “Üçlü nokta ve kritik nokta

sizce neyi ifade etmektedir?” gibi sorgulamalarını ve keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.

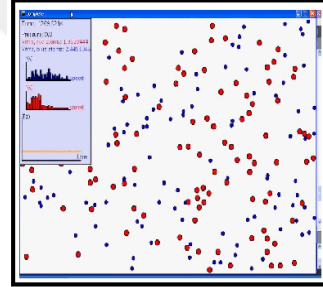
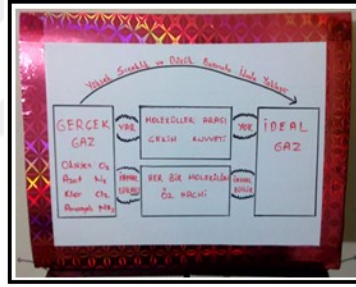


Beşinci olarak Joule-Thomson olayına ilişkin levha öğrencilere gösterilir ve “İlk dikkatinizi çeken nedir?”, “Hangi beyaz eşyaların resimleri gözünüze çarpmaktadır?”,

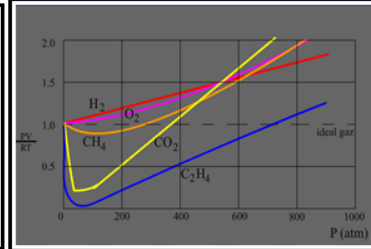
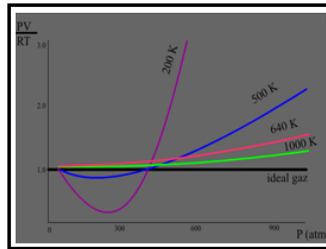
“Bisiklet ile beyaz eşyanın ortak noktası ne olabilir sizce?”, “Modelde yer alan kabartmalar neye benziyor?”, gibi sorgulamalarını ve keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.

İhmal edilen noktalar gaz moleküllerinin hacimlerini bulunduğu kabın hacmine göre ihmal etmek, gaz moleküllerinin arasındaki çekim kuvvetlerini yok saymaktır. Hatırlatmaları yapılır. Yüksek sıcaklık ve düşük basınçta gerçek gazlar ideal gaz özelliğine yaklaşırlar. Sıcaklık değiştiği takdirde basınç aynı kaldığında gaz taneciklerinin hızları artmaktadır.

Açıklama



İdeal gaz kavramı ihmalleri göz önünde bulundurularak ifade edilmektedir. Buna göre gerçek gazların ideal gaz kavramına göre bazı farklılıkları olduğu bilinmektedir. Buna göre sıcaklığın gazlar CH_4 gazı üzerinde yaptığı etkiyi göz önünde bulundurularak gerçek gazların ideal gaz değerlerine göre davranışlarını incelenecek. Ardından farklı gazların basıncın etkisiyle sergiledikleri davranışları incelenecek.



1. Grafikte gerçek bir gazın sıcaklık azaldıkça ve basınç arttıkça ideallikten uzaklaştığı gözlenmektedir. (CH_4)
2. Grafik ise her gazın karakteristik özelliği olduğu söylenebilir. Çünkü yüksek basınçta gaz molekülleri birbirine o kadar yaklaşıyor ki aralarındaki mesafenin yanında kendi öz hacimleri ihmal edilemez hale gelir. Bu durumda gazların ideallikten

sapmaları da farklı olur. Öz hacmi daha küçük olan idealliğe o kadar yakındır.

3. Bunların yanında gazların ideal gaz özelliklerine sahip olmaları; molekül kütesinin az oluşuna ve tanecikler arası mesafelerinin mümkün olduğunca fazla olmasına bağlıdır.

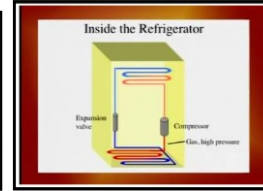
Ardından, su kaynarken buharlaşmaktadır. Buna çok defa şahit olmuşuzdur. Ancak buharlaşma sadece kaynarken değil her sıcaklıkta olabilmektedir. Buharlaşan gaz uygun bir ortamda basınç uygulanarak tekrar sıvı hale getirilebilir.

Bir gazın sahip olduğu sıcaklık ne kadar yüksek ise sıvılaşması o kadar zordur. Sıvılaşması için uygulanan basınç ta o kadar yüksektir. Her bir gaz için öyle bir nokta vardır ki o noktanın üstünde gazlar hiçbir basınçla sıvılaştırılmaz. Her gaz için ayrı olan bu nokta kritik sıcaklık olarak adlandırılır. Kritik sıcaklık maddeler için bir tür kimlik özelliğidir.

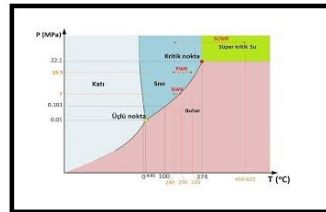
Bulunduğu sıcaklıkta hiçbir basınç altında sıvılaştırılmayan sıkıştırılabilir akışkanlara gaz denir.

Gazlar gibi davrandıkları halde buldukları sıcaklıkta basınçla sıvılaştırılabilen akışkanlara buhar denir.

Buharlaşırken bulunduğu ortamdan ısı alarak ortam sıcaklığının düşmesine olanak sağlayan maddelere soğutucu akışkan denilmektedir. Soğutucu akışkan olarak kullanılan maddeden beklenen basınç altında kolaylıkla sıvılaşabilecek ve oda sıcaklığına çıkınca da buhar haline geçebilmesidir. Örnek olarak Puron gazı verilebilir. Açıklamaları yapılır.



Joule-Thomson olayı sonucunda meydana gelen sıcaklık değişimi ne kadar küçük ise gaz ideale o derece yakındır. Bu mekanizmanın kullanılış amacı gazı hızla genişleterek ortamı soğutmaktır. Bu durum bisiklet pompasında görülebilir. Tekerlek şişirilirken pompanın gaz çıkış vanasının ısındığını, bisikletin sibobunun ise soğuduğunu fark edersiniz. Bunu sebebi sıkışan gaz bulunduğu ortamı ısıtır, genişleyen gaz ise bulunduğu ortamı soğutur. Bu teknik buzdolabı, klima gibi başka ortamlarda da kullanılır.



Su ve karbondioksit diyagramları, katı-sıvı-buhar geçiş gösterileceklerini anlatan grafiklerdir. Belli sıcaklık ve basınç altında maddenin hangi halde olduğuna ilişkin bilgiler sunar. Su ve karbondioksitin faz diyagramı incelenecektir. Ardından diyagram

üzerinden üçlü nokta, kritik sıcaklık ve hal değişimlerinin olduğu sıcaklık ve basınçlara ilişkin bilgiler verilir. Katıdan gaza geçme işleminin süblimleşme olarak isimlendirildiği belirtilir. Su ve karbondioksitin faz diyagramının birbirine benzediği belirtilir.

Derinleştirme

Bir A gazının farklı durumlarına ilişkin bir grafik hazırlanmıştır. 800 atm basınç altında 4 durum çizgileri gösterilmiştir. Aşağıda verilen sıcaklık değerlerini doğru şekilde çizgilerin ucuna yazınız.

400K, 600K, 200K, 950K

Aşağıdaki özelliklerden hangi ikisi bir X gazını ideale daha çok yaklaştırır? (bir adet basınç, bir adet sıcaklık seçiniz) neden?

• 400 atm	• 250 °C
• 800 atm	• 125 °C
• 300 atm	• 100 C
• 200 atm	• 15 °C
• 100 atm	• 1000 °C
• 50 atm	• 750 °C

SICAKLIK					BASINÇ				
T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
1000	800	250	380	500	250	430	220	100	500

Yukarıdaki Kap İçinde Bulunan Gazın Ideale Yakın Özellikler Gösterebilmesi İçin Sıcaklık Ve Basınç Özelliklerinden En Uygun Olanını Seçiniz.

- İdeal gaz ve gerçek gaz arasında ihmal edilen faktörler nelerdir?
- Doğada bulunan bir gaz hangi durumlarda ideale yaklaşır? Hangi durumlarda gazlar idealden uzaklaşırlar?
- Joule-Thomson olayı günlük hayatta nerelerde karşımıza çıkar?
- Kritik sıcaklık nedir? Üçlü noktayı tanımlayın?
- Kritik sıcaklık kavramı hakkında bilgi veriniz?
- Buhar ve gaz kavramları arasındaki farkı tanımlayınız?

Değerlendirme

BÖLÜM 1

Dersin Adı	Kimya
Sınıf	11. sınıf
Ünite	Gazlar
Konu	İdeal Gaz- Gerçek Gaz
Süre	4 ders (40+40+40+40)

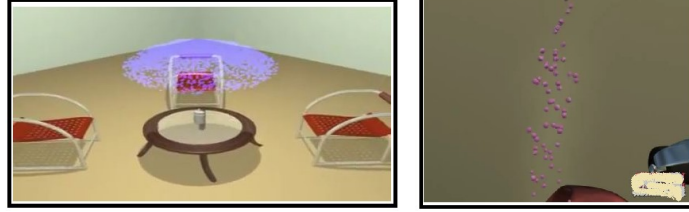
BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları	<p><i>“11.3.5. Gaz karışımlarının kısmi basınçlarını gündelik hayattaki örnekleri üzerinden açıklar.”</i></p> <p><i>“a. Sıvıların doymuş buhar basınçları kısmi basınç kavramıyla ilişkilendirilerek su üzerinde toplanan gazlarla ilgili hesaplamalar yapılır”</i></p>
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Kısmi Basınç, Doymuş Buhar Basıncı, Kuru Hava, Doğal Gaz, LPG, Kısmi Basınç Toplam Basınç
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı, 5e Modeli, Modellerle Öğretim, Soru Cevap, Tartışma, Grup Çalışması, Anlatım
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Çeşitli Model Türleri (Üç Boyutlu Modeller, Animasyonlar, Grafikler, Şemalar Vb.)

BÖLÜM 3

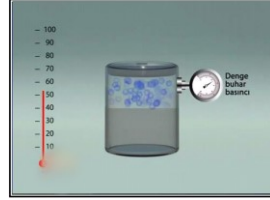
Öğrenme etkinlikleri

Giriş



Yukarıda resimleri gösterilen animasyonlar öğrenciye gösterilir ve bu modellerin neyi temsil ettiğine ilişkin fikir yürütmeleri sağlanır. Dikkatleri çekildikten sonra, bugünkü konunun ne olabileceği tartışılır. Daha sonra “Bildiğiniz karışım halinde bulunan gaz var mıdır? Gaz karışımları doğal mıdır?”, “Yoksa endüstride mi üretilir?”, “Bu gaz karışımları sınıflandırılabilir mi?”, “Su buhar nedir?”, “Normal gaz ile su buhar karışır mı? “Düşük sıcaklıkta mı su buhar basıncı fazladır yoksa düşük sıcaklıkta mı?”, “Günlük hayatta buhar basıncı karışımıza çıkar mı? “, “Günlük hayatta gazların karışımlarına ilişkin bildikleriniz söyleyiniz” gibi sorular öğrencilere yöneltilerek öğrencilerin ön bilgileri belirlenmeye çalışılır. Daha sonra öğrencilere bu soruların cevaplarını dersin sonunda verebilecekleri söylenir ve derste gazların karışımlarına ve buhar basıncı konularının işleneceği belirtilerek hedeften haberdar olmaları sağlanır.

İlk olarak gazlarda karışma animasyonu ile gazların özellikleri animasyonu öğrencilere gösterilir ve Modellerde ortak olan ve dikkatinizi çeken bir şey var mıdır?”, “Gaz tanecikleri ne şekilde yayılmaktadır?”, “Günlük hayatta benzeri gaz karışımlarına örnekler verebilir misiniz?” gibi sorgulamalarını ve keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.



İkinci olarak doymuş buhar basıncı animasyonu öğrencilere gösterilir ve “denge buhar basıncından bahsedebilmek için ne tür bir kap kullanılmalıdır?”, “sıcaklığın hangi seviyeye gelmesi gerekmektedir?”, “sıvı ne zaman denge buhar basıncına ulaşır?”, “denge buhar basıncından sonra buharlaşma mı yoksa yoğuşma mı fazla olur?”

Keşfetme

gibi sorgulamalarını ve keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.



Su buharı panosu modelleri öğrencilere verilir ve “Aynı sıcaklıkta buhar basıncın durumunu üç kaba göre düşündüğünüzde nasıl olmaktadır?”, “Farklı sıcaklıklardaki buhar basıncını sıralayınız ve sebebi nedir sizce?”, “Farklı sıcaklıkta kırmızı renkli ve mavi renkli tanecikler neyi temsil etmektedir?”, “İçinde farklı iki gaz olan kaptaki aynı sıcaklıkta bulursa basınçları nasıl olur?” gibi sorgulamalarını ve keşfetmelerini sağlayıcı sorular öğrencilere yöneltilir. Gruplar şeklinde bu sorular üzerinde tartışmaları ve cevaplarını ifade etmeleri sağlanır.

Açıklama

Gaz karışımlarının günlük hayatta var olan ancak farkında olmadığımız örneklerini keşfetmeleri sağlanır. Günlük hayatta sık karşılaşılan karışım halinde bulunan maddelere örnekler verilerek kaç adet gazın birleşiminden oluştuğunu defterlerine yazmaları istenir.

Kuru Havanın Bileşimi (Deniz Seviyesinde): Azot (N₂), Oksijen (O₂), Argon (Ar), Karbon dioksit (CO₂), Neon (Ne), Helyum (He), Metan (CH₄), Hidrojen (H₂), Kükürt dioksit (SO₂), Amonyak (NH₃), Karbon monoksit (CO), İyot (I₂)

Doğal Gaz ve Bileşenleri: Metan (CH₄), Etan (C₂H₆), Propan (C₃H₈), Bütan (C₄H₁₀), Diğer gazlar

LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı) ve Bileşenleri: Propan (C₃ H₈), Bütan (C₄ H₁₀)

Yakacak Gazı: ısı enerjisi elde etmek için kullanılır. Yapısında asetilen, hidrojen, propan gibi maddeler bulunur.

Gıdaların soğutulmasında kuru buz olarak ta bilinen karbondioksit sıklıkla kullanılır.

Gıdaların taşınmasında kullanılan araçlarda azot N₂ veya karbondioksit CO₂ gibi maddeler sıvılaştırılmış halde kullanılır.

Yangın söndürücülerin bazı türlerinde CO₂ kullanılır.


Örneklerde incelendikten sonra konuyla ilişkili hazırlanan modeli öğrencilerin keşfetmesi sağlanır. Farklı kaplar ve bu kapların içinde kullanılan farklı gazları temsil eden renkli toplar istenilen miktarda karıştırılarak kaplar ağzı kapatılır. Karışımların belli oranlarda hazırlandığı ya da doğada hazır olarak bulunduğu belirtilir.

Farklı gazlar tepkimeye girmedikleri takdirde tek bir gazın davranışına benzer davranış sergilerler. Basınç, hacim, ortam sıcaklığı bir arada bulunan gazların ortak özellikleridir. Bir arada bulunan gazların her biri, içinde buldukları kaba mol sayılarının miktarına göre farklı büyüklükte basınç uygular. Bu durum kısmi basınç olarak adlandırılır. Hesaplamalarında ortak hacim ve mevcut gazın mol sayısı değerlendirilerek kısmi basınç hesaplanır. Sonuç olarak her gazın kısmi basınçları toplamı sistemin basıncına eşit olmak zorundadır.

$$P_{\text{TOPLAM}} = P_A + P_B + P_C \dots\dots\dots$$

Bu ifadeye kısmi basınçlar yasası denilmektedir.

Az önce kullanılan modelin özellikleri kullanılarak basit bir hesaplamayla farklı hacimde ve mol sayısında kapların oluşturduğu gazların birleşmesiyle oluşan toplam basınç ve buradan yola çıkarak toplam hacimden kısmi basıncın hesaplanması sağlanır.



P_1	V_1	n_1	P_2	V_2	n_2	P_T	V_T	n_T	$P_{K1} \times V_T = n_1$	$P_{K2} \times V_T = n_2$
2	5	10	2	10	20	2	15	30	? 15 10	? 15 20

Formulde yer alan RT çarpımı işlem kolaylığı için 1 kabul edildi.

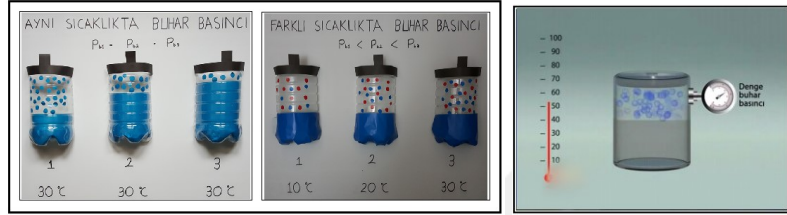
$$P_{K1} + P_{K2} = 2$$

$$10/15 + 20/15 = 2$$

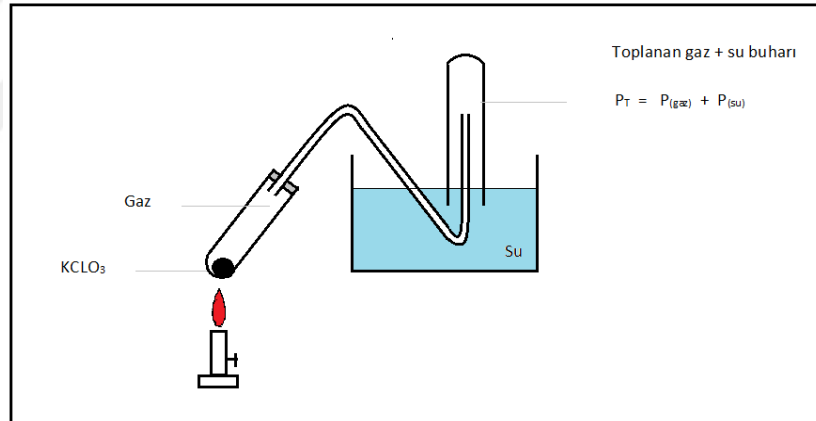
$$2/3 + 4/3 = 2$$

- P_{K1} : 1 numaralı kabın son durumdaki kısmi basıncı
 P_{K2} : 2 numaralı kabın son durumdaki kısmi basıncı
 V_T : 3 numaralı kabın son durumdaki toplam hacmi
 n_T : 3 numaralı kabın son durumdaki toplam mol sayısı
 P_T : 3 numaralı kabın son durumdaki toplam basıncı

Sıvılar kaynama noktasına varmadan her sıcaklıkta buharlaşma yapabilmektedir. Buharlaşan sıvı ise bulunduğu kaptaki bir basınç oluşturur. Yaptığı bu basınca sıvı buhar basıncı denir. Deneysel işlemlerde hesaplamaların sağlıklı yapılabilmesi için önemli olan buharlaşan sıvı ile kap içindeki sıvının denge halinde olması ve bu dengede buhar basıncının bilinmesidir. Açıklamaları yapılır.



Sıvı üstünde gaz toplanması laboratuvar ortamında gözlenebilmektedir. Aşağıdaki resim bunu ifade etmektedir.



Şekilde oksijen gazı elde etme işlemi yapılmaktadır. Potasyum klorat ısıtılarak kuru halde ısıtılınca oksijen gazı oluşur. Bu durumda sadece oksijen gazı yoktur. Aynı zamanda su buharı da bulunmaktadır. Çünkü sıvıların her sıcaklıkta buharlaşabildiği belirtilmişti.

Derinleştirme

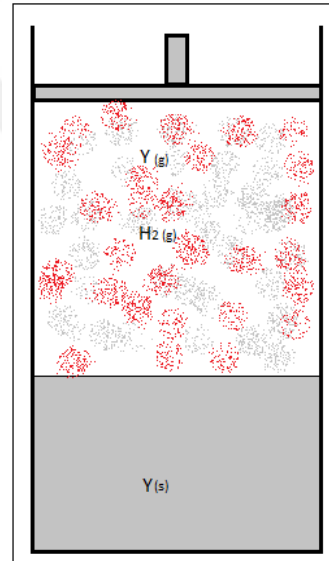
Sıcaklık (°C)	Buhar Basıncı (mmHg)
0	4,58
5	6,54
10	9,21
15	12,79
20	17,54
25	23,76
30	31,82
35	42,18
40	55,32
50	92,51
60	149,38
70	233,70
80	355,10
90	525,80
95	633,90
100	760,00
150	3570,50

Yukarıdaki modeller sıvısıyla denge halinde olan bir gazı temsil etmektedir. Bu denge hali sıvının farklı sıcaklıklarında değişiklik göstermektedir. Modelde yer alan tanecik sayıları H₂O değerleri üzerinden hesaplanmıştır. Aşağıdaki tablo farklı sıcaklıklarda farklı bir buhar basıncı olduğunu ifade etmektedir. Denge buhar basıncı maddenin türüne göre farklılık göstermektedir. Açıklamaları yapılır.

1.)

Yandaki sistemde Y sıvısı buharı ile denge halindedir. Sıvı üzerinde H₂ gazı vardır.

Aynı sıcaklıkta gaz hacmi yarıya indirilirse;
 Toplam basınç artar
 Buhar basıncı artar
 Toplam basınç iki katına çıkar
Yargılarından hangileri doğrudur?

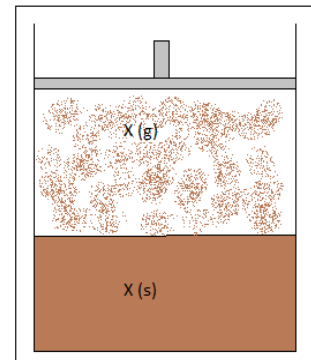


2.)

Yanda X gazının sıvı buhar dengesi görülmektedir.

Sıcaklık artırıldığında nasıl bir değişiklik olur?

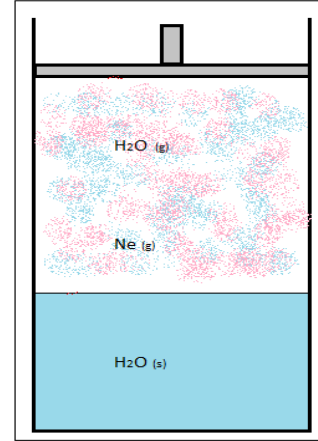
Piston aşağı itilirse nasıl bir değişiklik olur?



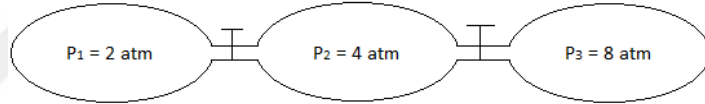
3.)

15 °C sıcaklıkta H₂O, sıvı-buhar dengesindedir. Kaptaki ölçülen basınç 200 mmHg dir.

Sıcaklık iki katına çıkarılırsa ve hacim yarıya düşürülürse kap içinde son basınç ne olur?

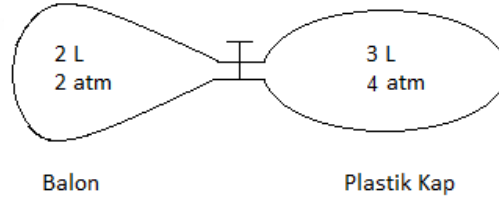


4.)



Yukarıdaki şekilde eşit hacimli kaplar arasındaki musluklar açıldığında gazlar reaksiyona girmeden karışıyor. **Son basınç ne olur?**

5.)



Balon

Plastik Kap

Yukarıdaki şekilde bir balon ve bir plastik kap bulunmaktadır. **Açık hava basıncının 2 atm olduğu ortam da aradaki engel kalkarsa balonun son hacmi ne olur?**

Değerlendirme

Denge buhar basıncı nedir?

Buharlaştırma ve yoğuşma ne anlama gelmektedir?

Denge buhar basıncı nelere bağlıdır?

Buhar basıncı değiştiren faktörler nelerdir?

Kısmi basınç ne demektir?

8. 3. 2. Geleneksel Öğretim Örnek Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin Adı	Kimya
Konu	Gazların Genel Özellikleri

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları	11.3.1. Gazların betimlenmesinde kullanılan özelliklerini ve bunların ölçülme yöntemlerini açıklar.
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Basınç, hacim
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Soru cevap, düz anlatım.
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Kitapta yer alan resimler ve tahtaya yapılan çizimler

BÖLÜM 3

Öğrenme etkinlikleri	
Giriş	Konu başlığı tahtaya yazılır ve başlığın deftere yazılması istenir.
Basmağı	Konuya ilişkin sorularak konuya hazırlık yapılır. Önceki bilgileri hatırlatılır. Maddenin kaç hali vardır? En çok hangi hali ile karşılaşırız? Kati-sıvı-gaz halini çizmenizi istesem nasıl çizersiniz? Öğrencilerden biri tahtaya üç halin tanecikli yapısını çizmesi istenir. Öğrenci çizimini yaparken, öğretmen öğrencilere derste öğrendikleri bilgilerin üniversite sınavlarında karşılıklarına çıkacağını belirtir. Her bilginin önemli olduğu ve dikkatli dinlemeleri gerektiği belirtilir. Basınç ve hacim kavramlarının ne olduğu ve nasıl tanımladıkları, kavramlar hakkında ne hatırladıkları sorulur. Ardından tanımlar verilir. Basınç ve hacim birimleri verilir. Daha sonra bu birimler arasında dönüşümlerin sorulacağı belirtilir.

Basıncın ölçülmesinde kullanılan barometre ve manometreler anlatılır.

Manometre resimleri çizilerek civa seviyesi ve basınç arasındaki ilişki anlatılır. Bu konunun da sınavda soru olarak karşılıklarına çıkacağı belirtilir.

Torricelli deneyine değinilir. Atmosfer basıncı kavramı anlatılır.

Boyle yasası pistonlu kap resimleri çizilerek anlatılır. Basınç ve hacim arasındaki ilişkiden bahsedilerek, ilgili yasanın matematiksel ifadesi verilir. Matematiksel ifadenin ardından grafik çizilerek basınç hacim ilişkisi tekrar incelenir.

Charles yasasına geçiş yapılır. Tahtada yer alan iki pistonlu kap üzerinden değerler değiştirilerek ilgili yasa anlatılır. Ardından matematiksel ifade verilir.

Mutlak sıfır noktasını hatırlayıp hatırlamadıkları sorgulanır? Defterlerine çizmelerini isteyerek mutlak sıfırı ifade eden hacim-sıcaklık grafiği çizilir.

İlk çizilen pistonlu kaplar üzerinden bu seferde avogadro yasası işlenir. Matematiksel ifade verilerek, yasayı ifade eden hacim mol sayısı grafiği çizilir.

Sorularda karşılıklarına çıkacağı ifade edilerek, normal koşullar ve oda koşulları kavramına ilişkin bilgiler deftere yazdırılır.

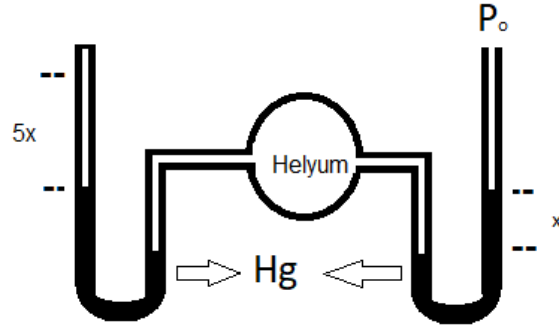
Bunların sonrasında birimler arasında dönüşümlere ve anlatılanlara ilişkin örnek soru çözümlerine geçilir.

Sunu
Basamağı

1. Sabit basınç altında 0°C de 3 L hacim kaplayan bir gazın 273°C de hacmi kaç L dir?
2. Bir kapta bulunan gazın hacmi 12 L, basıncı 2 atm dir. Gazın basıncı 3 atm arttırılırsa, hacmi kaç L azalır?
3. 273°C deki 5,6 L demir bir kaba 4 g H_2 , 16 g O_2 , 32g CH_4 gazı dolduruluyor. Buna göre gazların yapacağı toplam basıncı hesaplayınız?
4. Kapalı bir kapta bulunan bir miktar gazın basıncı 280 mmHg dir. Gazın sıcaklığı sabit tutularak hacmi dörtte birine düşürülürse son basınç kaç atm olur?

Uygulama
Basamağı

5.



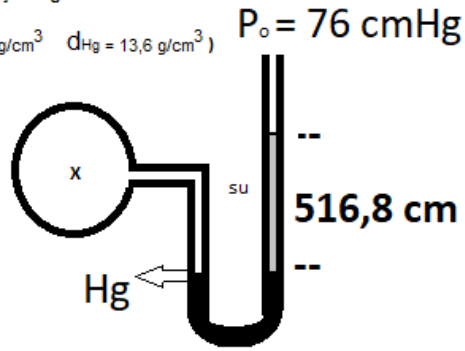
He gazının basıncı kaç mmHg dir? ($P_o = 76 \text{ cm Hg}$)

Uygulama
Basamağı

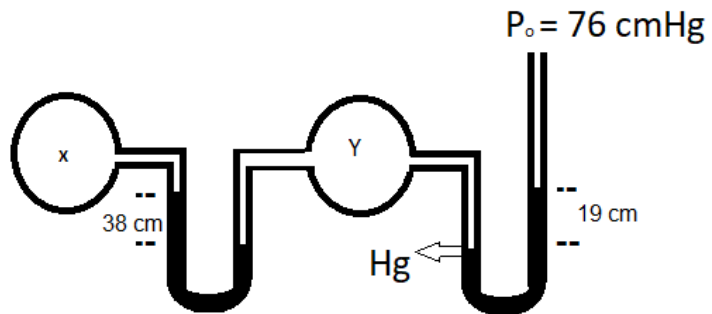
6.

kapiler borunun bir kısmında
arı su vardır. yandaki X gazının
basıncı kaç cmHg dir?

($d_{su} = 1 \text{ g/cm}^3$ $d_{Hg} = 13,6 \text{ g/cm}^3$)



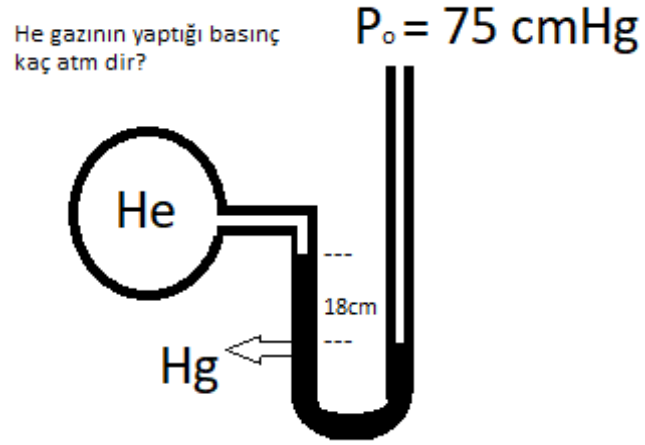
7.



şekildeki sistemde X gazının basıncı kaç atm dir?

Uygulama
Basamağı

8.



9. 30 cm^3 lük bir kaptaki 27°C de bulunan bir gazın basıncı sabit tutularak sıcaklığı 127°C ye çıkarılırsa hacmi kaç cm^3 olur?

Dersin sonunda parmak kaldıran her öğrenciye söz vermeye çalışarak, ders hakkında ne hatırladıkları soruldu. Eksik kalan bilgiler diğer öğrenci cevaplarıyla tamamlandı. Ya da öğretmenin düzeltmeleriyle doğru cevaplar ifade edildi.

9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

15.11.1990 tarihinde İstanbul'da doğdu. İlköğretimini öğretmen evleri ilköğretim okulunda, ortaöğretimini Rauf Denктаş lisesinde tamamladı. 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi fen bilgisi öğretmenliği bölümünden mezun oldu. Aynı yıl kimya eğitimi yüksek lisans bölümünde öğrenimine başladı. Orta düzey İngilizce ve Arapça bilen yazarın kariyer hedefi; gelecekte iyi bir eğitimci olmaktır.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adres: Alt Kaynarca Mah. Yıldız Sokak Hitit Sitesi B Blok Daire 18 İstanbul/Pendik

E-posta: cevikmuhammetemir@gmail.com

Tel: 05413641555