

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ**



**DERS KİTAPLARINDAKİ KİMYASAL GÖSTERİMLERİN
ÖĞRETMEN ADAYLARININ ALGILAMALARI KAPSAMINDA
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYŞENUR YILDIRIM

HAZİRAN, 2019

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ**



**DERS KİTAPLARINDAKİ KİMYASAL GÖSTERİMLERİN
ÖĞRETMEN ADAYLARININ ALGILAMALARI KAPSAMINDA
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYŞENUR YILDIRIM

Jüri Üyeleri: Dr. Öğr. Üyesi Hasene Esra YILDIRIR (Tez Danışmanı)

Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül ŞEKERCİOĞLU

HAZİRAN, 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ayşenur YILDIRIM tarafından hazırlanan “DERS KİTAPLARINDAKİ KİMYASAL GÖSTERİMLERİN ÖĞRETMEN ADAYLARININ ALGILAMALARI KAPSAMINDA İNCELENMESİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 24.06.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Hasene Esra YILDIRIR

Üye
Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül ŞEKERCİOĞLU



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR

.....

ÖZET

**DERS KİTAPLARINDAKİ KİMYASAL GÖSTERİMLERİN ÖĞRETMEN
ADAYLARININ ALGILAMALARI KAPSAMINDA İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
AYŞENUR YILDIRIM
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ HASENE ESRA YILDIRIR)**

HAZİRAN, 2019

Bu çalışmada, ders kitaplarındaki kimyasal gösterimlerin fen bilgisi öğretmen adaylarının algılamaları kapsamında incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın örneklemini Balıkesir ili Necatibey Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan 18 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri algılamalarını ölçmek amacıyla genel kimya ders kitabında yer alan kimyasal gösterimlerden oluşan 27 kart hazırlanmıştır. Öncelikle öğretmen adaylarının bu kartlarda yer alan kimyasal gösterimler hakkında ön bilgileri belirlenmiştir. Daha sonra kimyanın üçlü gösterimine yönelik çalışma sonucunda öğretmen adaylarıyla kartlarla ilgili görüşmeler yapılmış ve öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik algıları incelenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının öğrenimleri boyunca kullandıkları genel kimya kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerin özellikleri incelenmiştir.

Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının kimyasal gösterimler ile ilgili herhangi bir bilgiye sahip olmadıkları sadece kartlarda yer alan görselleri tasvir ettikleri, gösterimlerin isimlerine yer vermedikleri ve bu gösterimler arasında bağlantı kuramadıkları belirlenmiştir. Kimyanın üçlü gösterimine yönelik gerçekleştirilen çalışma sonrasında, öğretmen adaylarının tekli gösterim içeren kartlarda yer alan gösterimleri belirlemede oldukça başarılı oldukları ve çoklu gösterimleri belirlemede zorlansalar bile gösterimler arasında bağlantı kurabildikleri belirlenmiştir.

Ayrıca dördüncü sınıf öğretmen adaylarının genel olarak üçüncü sınıf öğretmen adaylarına göre kimyasal gösterimleri belirlemede daha başarılı oldukları anlaşılmıştır. Genel kimya ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerle ilgili olarak, genel kimya 1 kitabında yer alan görsellerin çoğunlukla sembolik gösterim ve örtük yüzey özelliklerine sahip olduğu, metinle tamamen ilişkili ve doğrudan bağlantı kurduğu ve uygun altyazı içererek gösterimler arasında yeterli bağlantı kurmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Genel kimya 2 kitabında ise görsellerin çoğunlukla makroskobik gösterime ve örtük yüzey özelliklerine sahip olduğu, metinle tamamen ilişkili ve doğrudan bağlantılı olduğu, uygun altyazı içererek gösterimler arasında yeterli bağlantı kurulduğu sonucuna ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Kimyasal gösterim, makroskobik gösterim, sembolik gösterim, altmikroskobik gösterim, öğretmen adayı.

ABSTRACT

**INVESTIGATION OF CHEMICAL REPRESENTATIONS IN
TEXTBOOKS WITHIN THE SCOPE OF PRE-SERVICE TEACHERS'
PERCEPTIONS
MSC THESIS
AYŞENUR YILDIRIM
BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
PRIMARY SCIENCE EDUCATION
ELEMENTARY SCIENCE EDUCATION
(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. HASENE ESRA YILDIRIR)**

JUNE, 2019

In this study, it was aimed to investigate the perceptions of the pre-service science teachers, who studied in the 3rd and 4th grades at university. The sample group of the study consisted of 18 pre-service teachers studying at Necatibey Faculty of Education in Balıkesir. A 27-page worksheet with a chemical representation was developed to measure pre-service teachers' perceptions of chemical representations. First of all, pre-service teachers' pre-knowledge about the chemical presentations on these cards were determined. Then a result of the study related to the triple representation of chemistry, interviews were made about the cards as and as a result, the perceptions of pre-service teachers about the chemical presentations were determined. In addition, the characteristics of the chemical representations in the textbooks used by pre-service teachers were examined.

At the end of the study, it was determined that pre-service teachers did not have any knowledge about the chemical representations, only described the images in the cards, don't know the names of the representations, and could not establish a connection between these representations. After the study on the triple representation of chemistry, it was determined that pre-service teachers were quite successful in determining the representations in the cards with single representations and they were able to make connections between the representations even if they had difficulty in determining multiple representations.

In addition, it was found that 4th grade pre-service teachers were generally more successful in determining chemical representations than 3rd grade pre-service teachers. With regard to the chemical representations in the general chemistry textbooks, it is concluded that the visuals in the General Chemistry 1 textbook have mostly symbolic representation and implicit surface characteristics, and they are completely related to the text and have direct connection, but do not have sufficient linkage between the representations. In the General Chemistry 2 textbook, it is concluded that the visuals are mostly macroscopic and have implicit surface characteristics, and they are completely and directly related to the text.

KEYWORDS: Chemical representation, macrosobic representation, symbolic representation, submicroscopic representation, teacher candidate.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Kimyasal Gösterimler	2
1.1.1 Makroskobik Gösterimler.....	2
1.1.2 Altmikroskobik Gösterimler.....	3
1.1.3 Sembolik Gösterimler.....	3
1.2 Problem Durumu.....	6
1.2.1 Problem Cümleleri.....	6
1.2.1.1 Alt Problem Cümleleri.....	7
1.3 Araştırmanın Sınırlılıkları.....	7
1.4 Araştırmanın Varsayımları.....	7
1.5 Araştırmanın Önemi.....	8
1.6 Araştırmanın Amacı.....	8
2. ALANYAZIN	9
2.1 Kimyanın Üçlü Gösterim Seviyesine Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	9
2.1.1 Uluslararası Çalışmalar.....	9
2.1.2 Ulusal Çalışmalar.....	12
2.2 Ders Kitaplarının İncelenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	14
3. YÖNTEM	18
3.1 Araştırma Modeli	18
3.1.1 Katılımcılar	18
3.1.2 Araştırma Süreci	19
3.1.3 Veri Toplama Araçları.....	20
3.1.3.1 Kimyasal Gösterim Kartları	21
3.1.3.2 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu.....	21
3.1.3.3 Ders Kitapları	22
3.1.4 Verilerin Analizi	23
3.1.4.1 Kimyasal Gösterimleri İçeren Kartların Analizi	23
3.1.4.2 İkili Görüşmelerin Analizi.....	23
3.1.4.3 Ders Kitaplarının Analizi.....	24
3.1.5 Geçerlilik ve Güvenirlik	25
4. BULGULAR.....	27

4.1	Öğretmen Adaylarının Kimyasal Gösterimleri Algılamalarına Yönelik Bulgular.....	27
4.1.1	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimyasal Gösterimlerle İlgili Ön Bilgilerine Ait Bulgular.....	27
4.1.2	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimyasal Gösterimlerle İlgili Son Bilgilerine Ait Bulgular	28
4.1.2.1	Kimyasal Gösterimlerin Yüzdelerine Göre Oluşturulan Grafikler.....	28
4.1.2.1.1	Makroskobik Kartlar	29
4.1.2.1.2	Altmikroskobik Kartlar	34
4.1.2.1.3	Sembolik Kartlar	36
4.1.2.1.4	Makroskobik ve Sembolik Kartlar	39
4.1.2.1.5	Altmikroskobik ve Sembolik Kartlar	42
4.1.2.1.6	Makroskobik ve Altmikroskobik Kartlar	44
4.1.2.1.7	Makroskobik, Altmikroskobik ve Sembolik Kartlar....	46
4.1.2.2	Öğretmen Adaylarıyla Kimyasal Gösterimlerle İlgili yapılan Görüşmelerin Analizine Ait Bulgular.....	50
4.2	Ders Kitaplarının Analizine Yönelik Bulgular	52
4.2.1	Genel Kimya 1 Kitabının Analizine Yönelik Bulgular	52
4.2.2	Genel Kimya 2 Kitabının Analizine Yönelik Bulgular	58
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
5.1	Sonuçlar	65
5.1.1	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimyasal Gösterimlere İlişkin Algıları	65
5.1.2	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kullandıkları Genel Kimya Ders Kitaplarının Analizi.....	71
5.2	Öneriler	75
6.	KAYNAKÇA.....	77
7.	EKLER	84
	Ek A: Öğretmen Adayların Kimyasal Gösterimleri Algılama Düzeylerini Belirlemek İçin Kullanılan Kartlar	84

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Maddenin üçlü gösterimi (Johnstone, 1993).	2
Şekil 3.1: Bir kartın üzerinde yer alan her bir gösterimin yüzdesini belirlemek için kullanılan üçgen.	20
Şekil 4.1 : Öğretmen adaylarının Kart A'da yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf b) 4. sınıf.	29
Şekil 4.2: Öğretmen adaylarının Kart G'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	30
Şekil 4.3: Öğretmen adaylarının Kart H'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	30
Şekil 4.4: Öğretmen adaylarının Kart L'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	31
Şekil 4.5: Öğretmen adaylarının Kart T'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	32
Şekil 4.6: Öğretmen adaylarının Kart Ü'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	33
Şekil 4.7: Öğretmen adaylarının Kart Y'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	33
Şekil 4.8: Öğretmen adaylarının Kart B'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	34
Şekil 4.9: Öğretmen adaylarının Kart D'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	35
Şekil 4.10: Öğretmen adaylarının Kart C'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	36
Şekil 4.11: Öğretmen adaylarının Kart Ç'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	36
Şekil 4.12: Öğretmen adaylarının Kart F'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	37
Şekil 4.13: Öğretmen adaylarının Kart M'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	37
Şekil 4.14: Öğretmen adaylarının Kart N'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	38
Şekil 4.15: Öğretmen adaylarının Kart U'da yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	38
Şekil 4.16: Öğretmen adaylarının Kart E'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	39
Şekil 4.17: Öğretmen adaylarının Kart K'da yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	40
Şekil 4.18: Öğretmen adaylarının Kart Ö'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	41
Şekil 4.19: Öğretmen adaylarının Kart İ'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	42
Şekil 4.20: Öğretmen adaylarının Kart P'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	43
Şekil 4.21: Öğretmen adaylarının Kart Ş'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	43

Şekil 4.22: Öğretmen adaylarının Kart I'da yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.....	44
Şekil 4.23: Öğretmen adaylarının Kart O'da yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	45
Şekil 4.24: Öğretmen adaylarının Kart V'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	46
Şekil 4.25: Öğretmen adaylarının Kart J'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	47
Şekil 4.26: Öğretmen adaylarının Kart R'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	48
Şekil 4.27: Öğretmen adaylarının Kart S'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.	49
Şekil 4.28: (a) Çoklu Gösterim (Altm+Sem) Örneği ve (b) Hibrit Gösterim (Altm+Sem) örneği.....	54
Şekil 4.29: (a) Açık yüzey özelliği örneği, (b) örtük yüzey özelliği örneği ve (c) belirsiz yüzey özelliği örneği.....	55
Şekil 4.30: (a) Metin ile tamamen ilişkili ve bağlantılı görsel örneği, (b) metin ile tamamen ilişkili ve bağlantısız görsel örneği, (c) metin ile kısmen ilişkili ve bağlantılı görsel örneği, (d) metin ile kısmen ilişkili ve bağlantısız görsel örneği ve (e) ilişkisiz görsel örneği.	56
Şekil 4.31: (a) Uygun altyazı örneği ve (b) problemlı altyazı örneği.....	57
Şekil 4.32: (a) Çoklu gösterimler (Mak+Altm) arasında yeterli bağlantıya sahip görsel örneği ve (b) çoklu gösterimler (Alt+Sem) arasında yeterli bağlantıya sahip olmayan görsel örneği.	58
Şekil 4.33: (a) Çoklu Gösterim (Mak+Sem) Örneği ve (b) Hibrit Gösterim (Mak+Sem) örneği.....	60
Şekil 4.34: (a) Açık yüzey özelliği örneği, (b) örtük yüzey özelliği örneği ve (c) belirsiz yüzey özelliği örneği.....	61
Şekil 4.35: (a) Metin ile tamamen ilişkili ve bağlantılı görsel örneği, (b) metin ile tamamen ilişkili ve bağlantısız görsel örneği, (c) metin ile kısmen ilişkili ve bağlantılı görsel örneği, (d) metin ile kısmen ilişkili ve bağlantısız görsel örneği.	62
Şekil 4.36: (a) Uygun altyazı örneği ve (b) problemlı altyazı örneği.....	63
Şekil 4.37: (a) Çoklu gösterimler (Mak+Sem) arasında yeterli bağlantıya sahip görsel örneği ve (b) çoklu gösterimler (Mak+Sem) arasında yeterli bağlantıya sahip olmayan görsel örneği.	64

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1: Kimyasal gösterimlerin analizine yönelik kodlar (Head, Yoder, Genton ve Sumprel, 2017).	24
Tablo 3.2: Kimyasal gösterimlerin analizi için kriterler (Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011).	24
Tablo 4.1: Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik ön bilgileri.	27
Tablo 4.2: Öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik görüşleri.....	50
Tablo 4.3: Genel Kimya 1 ders kitabında yer alan kimyasal gösterimlerin analizi.	53
Tablo 4.4: Genel Kimya 2 ders kitabında yer alan kimyasal gösterimlerin analizi.	59

ÖNSÖZ

Öncelikle çalışmamın gerçekleştirilmesinde, ilk günden itibaren değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam zamanını ayırıp sabırla ve ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelen yardımı yapan, her sorun yaşadığımda çekinmeden danışabildiğim saygıdeğer danışman hocam; Dr. Öğr. Üyesi Hasene Esra YILDIRIR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin uygulama kısmında bana yardımcı olabilmek için elinden geleni yapan geleceğin öğretmenleri meslektaşlarıma desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmamda desteğini ve bana olan güvenini benden esirgemeyen, pes etmek üzere olduğum her anımda beni cesaretlendiren annem Aynur YILDIRIM'a, beni sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiştirerek bugünlere getiren, benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ve hayatımın her anında örnek aldığım babam Ramazan YILDIRIM'a teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

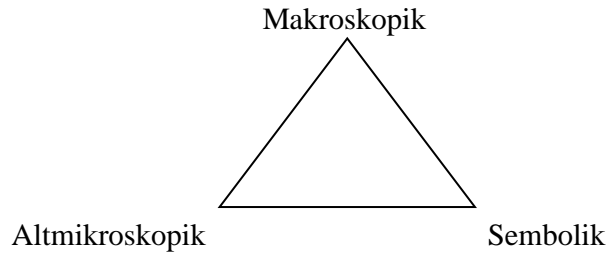
Öğrenme, öğrencinin zihninde bilginin yapılanması ile oluşan bilişsel bir süreçtir (Bodner,1986; akt: Rahayu ve Kıta, 2010). Bilişsel sürecin bir özelliği olarak öğrenciler bilgiyi, eski bilgilerin üzerine yeni bilgilerini ekleyerek yapılandırır (Evrekli, İnel, Balım ve Kesercioğlu, 2009). Öğrenci zihninde var olan eski bilgileri ile yeni bilgilerini birleştirmeye çalıştığı zaman, istenmeyen çeşitli sorunlar ortaya çıkarsa, bu sorunlar öğrencilerin yeni öğrenmelerini de etkileyerek kavram yanlışlarının oluşmasına neden olur. (Sanger ve Greenbowe, 1997; akt: Rahayu ve Kıta, 2010). Öğrenciler her alanda olduğu gibi, kimya alanında da birçok kavram yanlışısına sahiptir (Yakmacı-Güzel, 2013). Fen eğitiminde, kimya alanında öğretilen çoğu konuda kavram yanlışlarının tespitine yönelik araştırmalar yapılmıştır (Gabel, 1999). Araştırmaların genellikle kimya alanında yoğunlaşmasının nedeni anlaşılması zor olan birçok soyut kavram içermesi ve öğrencilerin bu kavramları yapılandırmakta zorlanmasıdır (Gabel, 1999). Temel kavramlar anlaşılmadığında daha karmaşık olan kimyasal kavramların anlaşılması da zorlaşmaktadır (Rahayu ve Kıta, 2010).

Öğrencilerin kimyayı anlayabilmesi için üç farklı seviye arasında ilişki kurmaları gerekir (Nicoll, 2003). Öğrenciler bir olayı gözlemleyemedikleri ya da deneyimleyemedikleri zaman o olayı anlamlandırabilmek için gösterimlerden yararlanırlar (Buckley, 2000; Cook, 2006; Rapp, 2005; akt: Kapıcı, 2017). Kimyasal gösterimler, öğrencilerin gözlemleyemedikleri veya deneyimleyemedikleri karmaşık kimyasal kavramları öğrenmelerine yardımcı olan araçlardır (Kapıcı, 2017). Kimyadaki görseller, kimyanın hikâyesini anlatan resimlerdir (Head, 2017). Kimyada yer alan soyut kavramların somutlaşabilmesi için, görsellerden yararlanılır (Kapıcı, 2017). Beş duyu organımız ile algılayabileceğimiz gösterimlerin bulunmasının yanında, video, resim, grafik gibi görsellerden oluşan gösterimlerde bulunmaktadır (Nakhleh ve Postek, 2008; akt: Kapıcı ve Savaşçı Açıklım, 2017).

Kimyasal bilgi ve anlayışın üç farklı seviyede ifade edilebileceğine yönelik çalışmaların son 25 yılda hız kazanmasıyla birlikte, kimyasal bilginin üç ana şekilde

temsil edilebilmesi fikri kimya ve fen eğitiminde temel hale gelmiştir (Gabel, 1999). Bu anlayış kimya eğitiminde araştırmalara rehberlik ederken, müfredat programlarında teorik çerçevenin belirlenmesinde temel hale gelmiştir (Talanquer, 2011). Gösterimler kimya kavramlarını anlayabilmek için köprü görevi görürler (Hinton, 1999). Bir bilgi birden fazla kimyasal gösterim içerebilir ve bu sayede daha kesin açıklamalar elde edilerek daha güvenilir sonuçlara ulaşılabilir (Gabel, 1999). Öğrencilerin kimyasal bir gösterimi anlamlandırabilmesi, verilen bilginin içerdiği gösterimlerin arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde yorumlamasına bağlıdır (Head, 2017). Gösterimlerden birinin eksikliği ya da öğrenciler tarafından anlaşılabilmesi, öğrencilerin zihninde doğru ve anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesini engelleyebilir (Ye, Lu ve Bi, 2018). Bu nedenle kimyasal gösterimlerin her birinin doğasını anlamak ve analizini yapmak kritik öneme sahiptir.

Johnstone (1993), 1960'lı yıllardan bu zamana kimya öğretiminin gelişimini araştırmıştır. Kimya öğretiminin makroskobik, altmikroskobik ve sembolik olmak üzere üç bileşenli bir yapıya sahip olduğunu ve uzmanların bu üç bileşenli yapılar arasında geçiş yaparak bileşenler arasında kolayca bağlantı kurabildiğini öne sürmektedir. Johnstone'un (1993), kimyasal gösterimlerle ilgili önerdiği modeli Şekil 1.1'deki gibi bir üçgen üzerinde göstermiştir.



Şekil 1.1: Maddenin üçlü gösterimi (Johnstone, 1993).

1.1 Kimyasal Gösterimler

1.1.1 Makroskobik Gösterimler

Makroskobik gösterimler insanların görsel algılarına göre olayları betimler (Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011). Doğrudan gözlem yapılabilen, somut yaşantılar sağlayan

deneyler ve deneyimler makroskobik seviyeyi oluşturur (Johnstone, 1993). Video, resim, çizim gibi görünür yapılar ile makroskobik seviyenin anlaşılması sağlanabilir. Makroskobik gösterimler konuya girişte öğrencilere bilimsel yolla düşünmeyi öğretirken, bu tür gösterimler yeni kavramları öğrenmeye geçmeden önce kullanılmalıdır (Johnstone, 1993).

1.1.2 Altmikroskopik Gösterimler

Maddenin özelliklerini tahmin etmek ve açıklamak için kullanılan modellerdir (Ye, Lu ve Bi, 2018). Bu gösterim gerçek olan maddelerin yapısını ve hareketlerini temsil etse de gözlemlemek için çok küçüktür (Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011). Zihinsel görüntüler ve gözle görülemeyecek olaylar altmikroskopik seviyeyi oluşturur ve çizimler ile ortaya çıkarılır. Altmikroskopik seviyenin anlaşılabilmesi için derslerde atom, molekül, iyon, elektron (Wu ve Shah, 2004; akt; Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011) kavramları kullanılmalı, modeller ve analogiler (Gabel, 1999) ile ilişkilendirilmelidir.

1.1.3 Sembolik Gösterimler

Makroskobik ve altmikroskopik seviyelerin bir temsilidir (Ye, Lu ve Bi, 2018). Sembol, denklem, stokiyometri (Johnstone, 1993), harfler, sayılar ve işaretler (Wu ve Shah, 2004; akt: Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011), denklemler, formüller, grafikler (Philipp, Johnson ve Yeziarski, 2014) ve eşitlikler sembolik seviyeyi oluşturur.

Aynı gösterimde birden fazla gösterim türünün bulunmasıyla çoklu veya hibrit gösterimler oluşabilir (Head, 2017). Çoklu gösterimler iki ya da üç farklı gösterim türünün eş zamanlı olarak birleşmesiyle elde edilirken hibrit gösterimler iki ya da üç farklı seviyenin özelliklerinin birleştirilmesiyle elde edilir. (Upahi, 2018).

Kimya doğası gereği kavramsaldır ve kimya kavramlarını temsil eden makroskobik ve altmikroskopik seviyeler arasında sürekli bir etkileşim vardır (Rahayu ve Masakazu Kıta, 2010). Ancak çoğu kimya öğretimi öğrencilerin üç

seviye arasında rahatça hareket ederek köprüler kurmasına yardımcı olamaz. Bu öğretimler, aşırı bilgi yüklemeleri ile öğrencilerin kafalarını karıştırarak kimya başarıları üzerinde olumsuz sonuçlara yol açmaktadır (Talanquer, 2011). Öğrencilerin teorik olarak bir kavramı bilseler bile o kavram ile ilgili günlük olayları ilişkilendiremedikleri ve altmikroskopik seviyedeki kavramları makroskopik seviye ile açıklamaya çalıştıkları görülmektedir (Okumuş, Öztürk, Doymuş ve Alyar, 2014). Bir öğrenci bir ya da daha fazla gösterimi anlayıp kullanabilse de bu gösterimlerin birbiri ile nasıl bağlantılı olduğunu anlayamayabilir (Hinton, 1999). Johnstone (1993), eskiden kimyada çoğunlukla makroskopik ve sembolik gösterimlerin yer aldığını altmikroskopik gösterimlere çok fazla yer verilmediğini belirtmiştir. Sembolik ve makroskopik seviyedeki olayların anlaşılması altmikroskopik seviyedeki olayların anlaşılmasından daha kolaydır. Öğrencilerin altmikroskopik ve makroskopik seviyeleri ilişkilendirmede zihinsel boşluklar yaşaması ve birbiri ile ilişkilendirememeleri seviyeler arasında köprüler kurmalarını engellemektedir (Okumuş, Öztürk, Çavdar, Karadeniz ve Doymuş, 2016). Yalnızca makroskopik seviyeyi kullanmak öğrencilerde çeşitli kavram yanlışlarının oluşmasına sebep olurken (Kapıcı, 2017), öğrenciler sadece sembolik seviyede olan sembollerini ve kimyasal denklemleri incelediklerinde, maddenin tanecikli yapısını görselleştirerek anlamakta zorlanırlar (Gkitzia, 2011). Altmikroskopik gösterimler öğrencilerin kimyasal kavramları anlamasına yönelik zihinsel modeller geliştirmesine yardımcı olurken, sembolik gösterimler kimyasal kavramların makroskopik ve altmikroskopik seviyeleri arasındaki ilişkiyi anlamalarına yardımcı olurlar (Shehab ve Boujaoude, 2017).

Gabel (1999) çalışmasında, kimya da öğrenmeyi sağlayabilmek için her zaman üç seviyeyi birbiri ile ilişkilendirmek önemli olmasa da öğrencilere aktarabilmek için ilk olarak öğretmenlerin bu ilişkileri anlamasının öneminden bahsetmiştir. Öğretmenler kimyasal kavramlar arasında bağlantı kurarak öğrencilere yardımcı olurlar (Demirdöğen, 2017). Öğretim programında yer alan kimya kavramlarını açıklarken makroskopik, altmikroskopik ve sembolik olarak üç temel seviyede gösterimler yaparlar (Johnstone, 1993). Bu kavramları açıklarken kimyasal gösterimlerin birbirleri ile doğru bir şekilde ilişkilendirilmesi ile öğrencilerdeki kavram yanlışlarının azalacağı, kimya öğretiminin ve kimyasal kavramların hatırlanmasının kolaylaşacağı düşünülmektedir (Gabel, 1999). Anlatılanları

yorumlama görevi tümüyle öğrencilere bırakıldığında, öğrenciler bu kavramlar arasındaki bağlantıları kuramayabilir ve çeşitli kavram yanılgıları meydana gelebilir (Demirdöğen, 2017). Öğretmenler, öğrenciler için çoklu gösterim seviyelerinin sunumu ile alakalı materyaller hazırlandığında öğrenciler kimyasal gösterimler arasındaki bağlantıları kolaylıkla kurabilirler (Head, 2017). Bu nedenle öğretmenlerin öğrencilere aktarabilmeleri için kimyanın üç gösterimi arasındaki ilişkileri anlaması önemlidir (Gabel, 1999). Öğretmenlerin kimyasal yapıları aktarmada ve öğrencilerin kavramlar arasındaki bağlantıları yeniden kurmalarını sağlamada önemli rolü vardır (Jaber, 2012). Ancak öğretmenlerin farklı gösterimler arasında bağlantı kurabilseler bile bu gösterimleri kimya öğretiminde kullanmak için özel bir çaba harcamadıkları görülmektedir (Gabel, 1999). Makroskobik, altmikroskobik ve sembolik seviyeleri koordine etme yollarını modelleyebilirler ya da öğrencilerin bu bağlantıları kendilerinin kurmalarını sağlayacak ipuçları verebilirler (Taber, 2013; Akt: Becker, 2015). Öğretmenlerin rehber olarak öğretimini olumlu yönde etkilemek için görselleştirme ile ilgili pedagojik alan bilgilerinin geliştirilmesi önemlidir (Head, 2017).

Belirli eğitim seviyelerinde, belirli konularda, öğretim programları ile uyumlu olarak hazırlanan ders kitapları hem öğretmenler hem de öğrenciler için fen öğretimi ve öğrenimini destekleyici bilgi kaynakları olarak önemli role sahiptir (Abd-El-Khalick, Waters ve Le, 2008). Bu kitaplar dünya genelinde öğretmenler tarafından öğrencilere hangi kimyasal kavramların öğretileceği ve öğrencilerin bu kavramları nasıl öğrenmesi gerektiği ile ilgili rehber olarak kullanılırken (Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011), dikkatle tasarlanmış eğitim materyalleri öğrencilerin akıl yürütmesine destek sağlar (Becker, 2015).

Basılı materyaller arasında en fazla gösterim içeren materyaller ders kitaplarıdır (Lee, 2010; akt: Kapıcı ve Savaşçı-Açıklın, 2015). Kimya ders kitapları öğretimi kolaylaştırmak için kullanılacak zengin bir kimyasal gösterim kaynağıdır (Head, 2017; Kapıcı ve Savaşçı Açıklın, 2015). Bir kimya ders kitabında kimyasal gösterim içermeyen bir sayfa açmak hemen hemen mümkün değildir (Head, 2017). Kimya ders kitaplarında uzmanların belirli kimyasal gösterimleri en iyi şekilde ifade ettiği çok sayıda görsel ve model bulunmaktadır (Head, 2017). Anlaşılması zor olan birçok soyut kavram içeren kimya öğretiminin kolaylaşabilmesi için kimya ders kitaplarında yer alan gösterimler önemli bir role sahiptir

(Nyachwaya, 2014). Kimya ders kitaplarında yer alan görseller dekor görevi görmemelidir (Chalkia ve Theodoridis, 2002; akt: Pantazi, 2017). Önemli bir bilgi kaynağı olarak görseller öğrencilere içeriği farklı gösterim seviyeleri ile sunulmalıdır (Nyachwaya, 2014). Kimyasal gösterimler çeşitli kimyasal kavramlarını anlamada öğrencilere ve öğretim uygulamalarında öğretmenlere yardımcı olurlar. Gösterimlerin öğrenmeyi kolaylaştırmada merkezi bir rol oynadığı düşünüldüğünde ders kitaplarında uygun gösterimler kullanıldığında öğrencilerin soyut olan kimyasal kavramları anlamada yaşadıkları zorluklar en az seviyeye indirilmiş olacaktır (Nyachwaya, 2014; Upahi, 2018). Mezun olduktan sonra bile öğrencilerin okul kitaplarını temel alarak kullanmaya devam ettikleri düşünüldüğünde, ders kitaplarındaki kimyasal gösterimlerin varlığının ve kimyasal anlayışı gerçekleştirmek için uygunluğunun sorgulanması büyük önem taşımaktadır (Gkitzia, 2011).

1.2 Problem Durumu

Öğrencilerin zihinlerinde bilgiyi doğru bir şekilde yapılandırarak kavramsal anlayışı gerçekleştirebilmeleri için öğretmenlerin kimyasal gösterimleri içeren kavramlar arasındaki ilişkiyi kurmayı öğretmek, öğrenmeyi desteklemeleri gereklidir. Bu yönde öncelikle öğretmen adaylarının kimyasal gösterimler üzerindeki anlayışlarını belirlemek ve geliştirmek gereklidir. Ayrıca öğretimi destekleyen ders kitaplarının öğrenme üzerindeki etkisi düşünüldüğünde, ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerdeki eksiklik ya da hatalar öğrencilerin zihinsel algılamalarına engel teşkil edebilmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin derslerde kullandıkları ders kitaplarının kavramsal anlayışı sağlamada etkisi büyüktür. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik algıları tespit edilirken, aynı zamanda kullandıkları ders kitaplarının kimyasal gösterimlere yönelik algılarını nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır.

1.2.1 Problem Cümleleri

Fen bilgisi öğretmen adaylarının, “Kimyasal gösterimlere yönelik algıları nelerdir?” ve “Genel kimya derslerinde kullandıkları kitaplarda yer alan kimyasal

gösterimler hangi özelliklere sahiptir?” araştırmanın ana problem cümlelerini oluşturmaktadır.

1.2.1.1 Alt Problem Cümleleri

- Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri algılamaları nasıldır?
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri algılamaları arasında farklılık var mıdır?
- Kimyanın üçlü gösterimine yönelik çalışma sonrası, fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri algılamaları nasıldır?
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının kullandıkları genel kimya ders kitaplarındaki kimyasal gösterimlerin özellikleri (tipleri, yüzey özellikleri, metinle ilişkisi, alt yazıları, çoklu gösterimi oluşturan bileşenlerin arasındaki korelasyon) nelerdir?

1.3 Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma,

- Balıkesir İlinde yer alan Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenimlerine devam eden üçüncü ve dördüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile sınırlandırılmıştır.
- Kimyasal gösterimleri belirlemeye yönelik oluşturulan kartlar, ders kitapları ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilecek veriler ile sınırlandırılmıştır.

1.4 Araştırmanın Varsayımları

Bu çalışmada;

- Araştırmada kullanılan farklı kimyasal gösterim alanlarını içeren kartların ve yarı yapılandırılmış görüşme sorularının fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimler ile ilgili algılamalarını ortaya çıkarmada yeterli olduğu kabul edilmiştir.

- Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış görüşme sorularına samimi ve içten bir şekilde yanıtladığı kabul edilmiştir.

1.5 Araştırmanın Önemi

Öğretmenlerin kimyasal yapıları aktarmada ve öğrencilerin kavramlar arasındaki bağlantıları yeniden kurmalarını sağlamadaki rolü düşünüldüğünde, fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik algılarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik bilgilerindeki eksiklikler belirlenerek öğrenme ve öğretmeye engel oluşturabilecek durumlar ortadan kaldırılabilir. Ayrıca öğretmen adayları öğrencilerinin kimyasal gösterimler arasındaki bağlantıları daha kolay kurabilmelerini sağlayabileceklerdir. Ayrıca alanyazın incelendiğinde, kimyasal gösterimlere yönelik uluslararası bir çok çalışma yer alsa da ulusal alandaki çalışmaların oldukça az olduğu görülmektedir. Bunun yanında ders kitaplarının öğrenme üzerindeki etkisi düşünüldüğünde, ders kitaplarında yer alan görsellerin öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere ilişkin algılarında etkili olabileceği ve alanyazın taraması sonucunda üniversite ders kitaplarına yönelik bir çalışma bulunmaması nedeniyle bu çalışmanın, ilgili alanyazına katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

1.6 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik algıları ve bu algılarına kullandıkları kimya ders kitaplarının etkisinin nasıl olduğunun belirlenmesi amaçlanmaktadır.

2. ALANYAZIN

Bu bölümde kimyanın üçlü gösterimi ve buna yönelik ders kitabı analizlerinin yapıldığı ulusal ve uluslararası çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

2.1 Kimyanın Üçlü Gösterim Seviyesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Kimyanın üçlü gösterimine yönelik olarak yapılan çalışmalar uluslararası ve ulusal çalışmalar şeklinde ikiye ayrılarak verilmiştir.

2.1.1 Uluslararası Çalışmalar

Slapničar, Tompa, Glažar ve Devetak (2018) yaptıkları çalışmada, altı farklı ilköğretim okulunda öğrenim görmekte olan 148 öğrenci ile çalışmışlar ve kimyasal kavramların kimyasal gösterimler ile öğretilmesinin öğrencilerin kavram yanılgılarına etkisini araştırmışlardır. Öğrencilerin kavram yanılgılarını tespit edebilmek için makroskobik, altmikroskobik ve sembolik seviyelerden oluşan beş problemlili bir kimya başarı testi uygulamışlardır. Araştırma sonucunda öğrencilerin maddenin halleri, saf madde, fiziksel değişim, kimyasal reaksiyon, karışım, element ve bileşik olmak üzere tüm kimyasal kavramlara ilişkin altmikroskobik seviyede, kimyasal reaksiyonlara ilişkin ise sembolik seviyede kavram yanılgılarına sahip olduklarını belirlemişlerdir. Gösterimlerle ilgili olarak öğrencilerin en fazla element, bileşik ve karışım içeren altmikroskobik yapıları ayırt etmede ve maddenin taneciklerini içeren görsellerin katı ve sıvı halden hangisine ait olduğunu belirlemede zorlandıklarını gözlemlemişlerdir.

Head, Yoder, Genton ve Sumperl (2017) öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri algılama düzeylerine yönelik bir kart sıralama yöntemi üzerinde çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, bu yöntemin kimya öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri anlama düzeyleri üzerinde geçerli ve güvenilir bir yöntem olduğunu tespit etmişlerdir. Öğretmen adaylarının makroskobik gösterimlerin

varlığını rahat bir şekilde tespit edebildiğini fakat sembolik ve altmikroskobik gösterimlerin varlığını tespit etmede sorunlar yaşadıklarını belirlemişlerdir. Özellikle öğretmen adaylarının birden fazla gösterim içeren yapıları belirlemede zorlandıklarını belirterek bu durumu öğretmen adaylarının kartlar üzerinde çalışırken tek bir gösterime odaklanmasına bağlamışlardır.

Becker, Stanford, Townsb ve Colea (2015) üçüncü ve dördüncü sınıf kimya öğrencilerinin, sınıf içi akıl yürütme süreçlerindeki makroskobik, altmikroskobik, sembolik seviyelerdeki düşüncelerinin yaygınlığını ve gösterimlerin akıl yürütme üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin sembolik gösterimlerin anlaşılması esnasında önemli ölçüde zaman harcadıklarını belirlemişlerdir. Bunun yanında öğrencilerin yardım almaksızın tek başına makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterimler arasında uygun bağlantılar kuramadıklarını vurgulamışlardır. Öğretmenlerin öğrencilerin makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterimleri algılamalarına yardımcı olmak için sınıf içi akıl yürütme süreçlerinin önemli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Philipp, Johnson ve Yeziarski (2014), Johnstone (1993)'un kimyanı üçlü gösterimi ile ilgili üçgen modelini temel alarak kendilerine özgü bir protokol geliştirmişlerdir. Buna yönelik olarak hazırladıkları protokolda kimyasal gösterimleri kullanmada öğretmenin rolü, gösterimlerin kavramsal anlamadaki rolü, gösterimlerle ilgili anlatım ve öğretim sırasında kimyasal gösterimlerin ne kadar kullanıldığı ele alınmıştır. Geliştirdikleri protokol kapsamında öğretmenin rehberliğinde, öğrenci merkezli etkinlikleri gözlemleyerek değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda, araştırmacılar kimyasal gösterimlerin üçünün de kavramsal anlamayı sağlamak için kullanılması gerektiğini ve derslerin gösterimler çerçevesinde işlendiğini fakat öğrencilerin gösterimleri kullanarak kimyasal kavramları tartışıp açıklayamadıklarını belirlemişlerdir. Bunun yanında öğretmenlerin kimya öğretiminde gösterimleri kullansalar bile öğrencilerini bu gösterimleri kullanmaya yönelik teşvik etmediklerini vurgulamışlardır.

Jaber ve BouJaoude (2012) 10. Sınıf öğrencilerinin kimyasal reaksiyonlar konusunda makroskobik, altmikroskobik, sembolik gösterimleri anlamalarını ve bu gösterimlerin arasındaki ilişkileri kurmanın kavramsal anlamalarına etkisini araştırmışlardır. Bunun yanında araştırmacılar öğrencilerin kimyadaki kavramsal

anlayışlarını etkileyen nedenleri de incelemişlerdir. Deney grubunda makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterimleri içeren ve bu gösterimler arasındaki ilişkileri ön plana çıkaran bir öğretim temel alınırken, kontrol grubunda kimyasal reaksiyonları içeren problemlerin yer aldığı bir öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmada araştırmacılar, çoğu öğrencinin kimyasal reaksiyonları makroskobik seviyede yorumlayabildiğini ve altmikroskobik seviyedeki gösterimleri açıklarken makroskobik seviyeye yönelik açıklamada bulunma eğiliminde olduklarını gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterimlerin, öğrencilerin kimyasal reaksiyonlar konusundaki kavramsal anlayışlarını kolaylaştırdığını ve kavramlar arasında daha kolay ilişki kurmalarını sağladığını vurgulamışlardır.

Hinton ve Nakhleh (1999) üniversite birinci sınıf öğrencilerinden kimya dersinde ortalamanın üzerinde olan altı öğrencinin kimyasal reaksiyonlar konusundaki zihinsel yapılarını incelemişlerdir. Bu amaçla öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapmışlardır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin yaptıkları açıklamalarda makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterimleri kullandıkları ancak makroskobik seviyedeki açıklamalara daha çok yer verdiklerini belirlemişlerdir. Öğrencilerin hiçbirinin iyonların altmikroskobik yapısına yönelik kavramsal bir anlayış geliştiremediğini ve “atom”, “molekül” gibi kavramlarla ilgili yetersiz bilgiye sahip olan öğrencilerin kimyasal reaksiyonların altmikroskobik seviyelerine yönelik yanlış açıklamalarda bulduklarını tespit etmişlerdir.

Talanquer (2011) çalışmasında, kimya ve fen eğitiminde yer alan kimyasal gösterimlerin arasındaki ilişkileri inceleyen görüşleri analiz etmeye çalışmıştır. Araştırmanın sonucunda, kimyanın üçlü gösterimini içeren farklı ölçeklerin, boyutların ve yaklaşımların birbiri ile ilişkide olduğu bir model önermiştir. Bu modelde öğrencilerin farklı olaylar arasında bağlantı kurması esnasında, deneyimleri, modelleri ve görselleri birbirinden ayırt etmelerini, farklı yapıları tanımlarını ve bu yapıların birleştirildiği zihinsel modeller oluşturmalarının gerekli olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, öğrencilerin öğretimin başında makroskobik seviyede gösterimler oluştursalar bile öğretimleri süresince bu gösterimler ile diğer gösterimler arasında da ilişki kurmalarının öneminden bahsetmiştir.

Rahayu ve Kıta (2010), Endonezyalı ve Japon öğrencilerin kimyasal gösterim seviyelerini algılamalarını ve bu gösterimleri algılamada yaşadıkları zorlukları araştırmışlardır. Bu amaçla, 447 Endonezya, 446 Japon lise öğrencisine çoktan seçmeli bir test uygulayarak sonuçlarını nitel ve nicel yöntemlerle analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda, her iki grupta da öğrencilerin makroskobik seviyeleri anlama seviyelerinin altmikroskobik seviyeleri anlama seviyelerine göre daha yüksek olduğunu ayrıca öğrencilerin sınıf düzeyi arttıkça makroskobik ve altmikroskobik seviyeleri anlama düzeylerinin de arttığını belirtmişlerdir. Nicoll (2003) ise çalışmasında, lisans öğrencilerinin sınıf seviyeleri arttıkça altmikroskobik gösterimlere yönelik algılarının nasıl değiştiğini araştırmıştır. Araştırmacı çalışma sonucunda, öğrencilerin sürekli gördükleri lewis yapılarını doğru bir şekilde çizemediklerini, atomların büyüklüğü ve atomların arasındaki bağları ifade edemediklerini ve sınıf seviyeleri artmasına rağmen altmikroskobik gösterimlere yönelik olarak zihinlerinde oluşan algıların değişmediğini belirlemiştir.

2.1.2 Ulusal Çalışmalar

Okumuş, Çavdar, Öztürk, Karadeniz ve Doymuş (2016) çalışmalarında, fen bilgisi öğretmenliği üçüncü sınıfta öğrenim gören 57 öğretmen adayının maddenin tanecikli yapısı konusunu altmikroskobik boyutta anlama düzeylerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı ve hal değişimleri ile ilgili birçok kavram yanılığına sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bunun yanında öğretmen adaylarının fikirlerini çizerek ifade edemediklerini, olayları tanecik boyutunda açıklayamadıklarını ve tanecik boyutundaki olayları makroskobik boyutta açıklamaya çalıştıklarını belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada, Okumuş, Öztürk, Doymuş ve Alyar (2014), birinci sınıf fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kavramlarına deneyler ve makroskobik gösterimlerin etkisini araştırmışlardır. Deneylerden önce ve sonra maddenin tanecikli yapısı ile ilgili açık uçlu sorulardan oluşan bir testi öğrencilere uygulamış ve deneylerden sonra öğrencilere makroskobik boyutta gösterimler yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda, araştırmacılar öğrencilerin konuya ilişkin kavram yanılıklarının azaldığını ancak olayları tanecik boyutunda açıklayamadıklarını ve günlük hayatla ilişkilendiremediklerini gözlemlemişlerdir.

Pabuçcu (2016) birinci sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının gaz basıncı ile ilgili bilgilerini günlük hayatla nasıl ilişkilendirdiklerini araştırmak için 33 öğrenci ile çalışmış ve bu süreçte beş biçimlendirici yoklama sorusu kullanmıştır. Çalışmada, araştırmacı öğrencilerin gaz kavramına yönelik zihinsel algılama, bu kavramları günlük hayat ile ilişkilendirme konusunda sorunlar yaşadıklarını ve kavram yanlışlarına sahip olduklarını gözlemiştir. Araştırmacı öğrencilerin makroskobik, altmikroskobik ve sembolik seviyeler arasındaki bağlantıları doğru bir şekilde kuramamaları ve genellikle makroskobik seviyelerde açıklama yapmaları nedeniyle kavram yanlışlarına sahip olduklarını vurgulamıştır.

Çokadar (2013) çalışmasında, fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinin kimyasal tepkimeleri sınıflandırma, anlama ve yazma düzeylerini belirlemeye çalışmıştır. Bu amaçla öğrencilere açık uçlu bir test uygulamış ve kimyasal tepkimeler konusu ile ilgili kullandıkları kimya ders kitabının analizini yapmıştır. Çalışma sonucunda, araştırmacı kimyasal tepkimelerin ders kitaplarında sembolik seviyede gösterildiğini ve öğrencilerin tanecik düzeyinde yaptığı sınıflandırmalarda yalnızca makroskobik düzeyde özellikleri dikkate aldıklarını belirlemiştir.

Uluçınar Sağır, Tekin ve Karamustafaoğlu (2012) çalışmalarında, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin maddenin yapısı, çözeltiler, fiziksel ve kimyasal değişimler ve tepkime türleri gibi kimya kavramlarını anlama düzeylerini araştırmışlardır. Bu kapsamda öğrencilere başarı testi uygulamışlar ve öğrenciler ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin kimyasal tepkimeleri sembollerle ifade etmekte zorlandıklarını ve kavramlar alt mikroskobik düzeyde açıklandığında öğrencilerin altmikroskobik seviyeyi anlama düzeylerinin arttığını belirlemişlerdir.

Kimyanın üçlü gösterim seviyesine yönelik olarak yapılan alanyazın çalışmaları incelendiğinde; maddenin halleri, saf madde, fiziksel değişim, kimyasal reaksiyon, karışım, element ve bileşik kavramlarını içeren bir çok çalışmada, öğrencilerin kimyasal kavramların hemen hepsine ilişkin altmikroskobik seviyede ve kimyasal reaksiyonlara ilişkin sembolik seviyede kavram yanlışlarına sahip oldukları (Slapničar, Tompa, Glažar ve Devetak, 2018; Head, Yoder, Genton ve

Sumperl, 2017; Rahayu ve Kıta, 2010; Hinton ve Nakhleh, 1999), sembolik seviyedeki kavramları açıklamada önemli ölçüde zaman harcadıkları (Becker, Stanford, Townsb ve Colea, 2015; Uluçınar Sağır, Tekin ve Karamustafaoğlu, 2012) ve altmikroskopik seviyedeki kavramları açıklamada zorlandıkları belirlenmiştir (Okumuş, Öztürk, Doymuş ve Alyar, 2014; Nicoll, 2003). Aynı zamanda öğrencilerin tek bir gösterime odaklanarak, birden fazla gösterimi belirlemede zorlandıkları (Head, Yoder, Genton ve Sumperl, 2017), yardım almaksızın tek başına makroskopik, altmikroskopik ve sembolik gösterimler arasında uygun bağlantılar kuramadıkları (Pabuçcu, 2016; Becker, Stanford, Townsb ve Colea, 2015), sembolik ve altmikroskopik seviyedeki gösterimleri açıklarken makroskopik seviyeye yönelik açıklamada bulunma eğiliminde oldukları (Okumuş, Çavdar, Öztürk, Karadeniz ve Doymuş, 2016; Pabuçcu, 2016; Çokadar, 2013; Jaber ve BouJaoude, 2012) görülmüştür. Philipp, Johnson ve Yeziarski (2014) ise yaptıkları çalışmada, derslerin gösterimler çerçevesinde işlendiğini fakat öğrencilerin gösterimleri kullanarak kimyasal kavramları tartışıp açıklayamadıklarını, öğretmenlerin kimya öğretiminde gösterimleri kullansalar bile öğrencilerini bu gösterimleri kullanmaya yönelik teşvik etmediklerini vurgulamışlardır.

2.2 Ders Kitaplarının İncelenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde kimyasal gösterimler ile ilgili ders kitaplarının incelendiği çalışmalar hakkında alanyazın bilgisi verilmiştir.

Pantazi ve Tsaparlis (2017) sekizinci ve dokuzuncu sınıf Yunan ders kitaplarında yer alan makroskopik, altmikroskopik ve sembolik gösterimlerin kavramları anlamadaki rolünü ve e-kitaplarda bulunan görsellerin gösterimleri anlamaya etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, ders kitaplarında makroskopik gösterimlerin diğer gösterimlere oranla daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Gkitzia, Salta ve Tzougraki (2011) öğrencilerin kimyasal anlayışlarını geliştirmek için ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerde hangi özelliklerin yer alması gerektiğini araştıran bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bunun için ilk

olarak beş ders kitabının analizini yapmışlar ve bu analizlerin sonucunda gösterimleri değerlendirmek için “gösterimlerin tipi”, “yüzey özelliklerinin yorumlanması”, “gösterimlerin metinle ilişkisi”, “altyazıların özellikleri”, “çoklu gösterimi oluşturan bileşenlerin arasındaki korelasyon” şeklinde beş kriter belirlemişlerdir. Bu kriterleri test etmek için 10. sınıf kimya ders kitapları içerisinde yer alan gösterimleri incelemişlerdir. Bu incelemelerin sonucunda bu kriterlerin ders kitaplarını incelemede geçerli ve güvenilir olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Alanyazın incelendiğinde ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerin analizinde Gkitzia, Salta ve Tzougraki (2011)'nin geliştirdiği rubriğin bir çok çalışma kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, Shehab ve Boujaoude (2017) yaptıkları çalışmada, yedi Lübnan kimya ders kitabını incelemiş ve kitaplarda yer alan kimyasal gösterimlerde kimyasal anlayışı geliştirmek için bulunması gereken özellikleri araştırmışlardır. Araştırma sürecinde Gkitzia, Salta ve Tzougraki (2011)'den uyarlanan beş kritere dayalı bir araç kullanmışlardır. Araştırmacılar inceledikleri ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerin genellikle makroskobik seviyede ve örtük olduğunu, görsellerin çok az kısmının karışık ve çoklu gösterimler içerdiğini ve başlık içermediğini belirlemişlerdir.

Başka bir çalışmada, Nyachwaya ve Wood (2014), 12 fiziksel kimya ders kitabında yer alan kimyasal gösterimi Gkitzia, Salta ve Tzougraki (2011)'nin geliştirdiği rubriği kullanarak analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda, ders kitaplarında analiz edilen sayfaların hemen hemen hepsinde en az bir gösterimin yer aldığını ve yer alan gösterimlerin çoğunun sembolik gösterimler olduğunu belirlemişlerdir. Kitaplarda altmikroskobik gösterimlerin, makroskobik ve çoklu gösterimlerden daha fazla yer aldığını ancak kitabın geneline bakıldığında çok az sayıda olduklarını belirlemişlerdir. Bunun yanında gösterimlerin hemen hemen hepsinin metne tamamen bağlı olduğunu, metinlerin ve alt yazıların net ve açık olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Demirdöğen (2017) lise kimya ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimleri incelemek için her sınıf düzeyinden dört kimya ders kitabını ele almış ve Gkitzia, Salta ve Tzougraki (2011)'nin belirlediği kriterlere göre bu kitaplarda yer alan gösterimleri incelemiştir. Yaptığı incelemelerin sonucunda, kitaplarda en çok

makroskobik, sembolik ve hibrit gösterimlerin bulunduğunu ve bu gösterimlerin metne uygun başlıklara sahip olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca araştırmacı çoklu gösterimler açısından kitaplarda altmikroskobik-sembolik ve makroskobik-sembolik şeklindeki gösterimlerin daha çok bulunduğunu vurgulamıştır. Bunun yanında gösterimlerde yer alan altyazıların metne uygun olduğunu ve gösterimlerin çoğunluğunun açık yüzey özelliklerine sahip olduğunu belirlemiştir.

Upahi ve Ramnarain (2018) çalışmalarında, kimya ders kitaplarında yer alan kimyasal olayların nasıl temsil edildiğini araştırmışlardır. Araştırmacılar, Gkitzia, Salta ve Tzougraki (2011)'nin belirlediği kriterleri temel alarak ders kitaplarındaki kimyasal gösterimlerin metne bağlılığını ve içerik ile uyumunu incelemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, araştırmacılar ders kitaplarında en çok sembolik gösterimlerin bulunduğunu, altmikroskobik, hibrit ve çoklu gösterimlerinde yer aldığını ancak karışık gösterimlerin bulunmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca çoğu gösterimin metin ile ilgili, bazılarının ise metinden tamamen bağımsız olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kapıcı ve Savaşçı-Açıkalin (2015) yaptıkları çalışmada, ortaokul fen ders kitaplarında maddenin tanecikli yapısı ile ilgili olarak yer alan görselleri incelemişler ve bu görselleri gösterimlerin varlığı, metne bağlılığı ve altyazıların özelliği açısından analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda, ortaokul ders kitaplarında çoğunlukla makroskobik gösterimlerin yer aldığını ve çok az sayıda görselin metin ile ilişkili olduğunu ve alt yazı içermediğini belirlemişlerdir.

Gkitzia, Salta ve Tzougraki'nin (2011) kriterleri temel alarak yapılan alanyazın çalışmalarında; ders kitaplarında, makroskobik gösterimlerin (Pantazi ve Tsaparlis, 2017; Shehab ve Boujaoude, 2017; Demirdöğen, 2017; Kapıcı ve Savaşçı-Açıkalin; 2015) ya da sembolik gösterimlerin (Upahi ve Ramnarain, 2018; Nyachwaya ve Wood, 2014) diğer gösterimlere oranla daha fazla yer aldığı çalışmalar yer almaktadır. Shehab ve Boujaoude (2017) yaptıkları çalışmada, gösterimlerinin çoğunun örtük yüzey özelliklerine sahip olduğunu belirlerken, Demirdöğen (2017) açık yüzey özelliklerine sahip olduğunu belirlemiştir. Alanyazın çalışmalarından bazılarında ders kitaplarında yer alan görsellerin metne tamamen bağlı olduğu (Nyachwaya ve Wood, 2014; Upahi ve Ramnarain, 2018) görülürken,

bazılarında ise çok azının metinle ilişkili olduğu (Kapıcı ve Savaşçı-Açıklan, 2015) görölmektedir. Ders kitaplarında net ve açık altyazıların yer aldığını belirten alanyazın çalışmalarının yanında (Nyachwaya ve Wood, 2014; Demirdögen, 2017), altyazı içermeyen görsellerin yer aldığı çalışmalar (Kapıcı ve Savaşçı-Açıklan, 2015) mevcuttur. Az sayıda karışık ve çoklu gösterim (Shehab ve Boujaoude, 2017) içeren araştırmaların yanında, hibrit ve çoklu gösterimlerin yer aldığı fakat karışık gösterim içermeyen (Upahi ve Ramnarain, 2018) araştırmaların da yer aldığı görölmektedir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırma süreci, araştırma modeli, katılımcılar, veri toplama ve analiz yöntemleri açıklanmaya çalışılmıştır.

3.1 Araştırma Modeli

Bu araştırmada gözlem, görüşme gibi veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, olayların gerçekleştiği doğal ortamlarında ele alındığı ve gerçekçi bir şekilde veri analizinin yapıldığı nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Nitel araştırma yöntemlerinde sayı yerine bir çok resim ve sözel ifadeler yer almaktadır (Bickman, L. ve Rog, D., 1998; akt: Selvi ve Yakışan, 2004). Nitel durum çalışmalarının temel özelliği, bir ya da birkaç durumun derinlemesine araştırılmasıdır. Bir durumu meydana getiren nedenler bütüncül bir yaklaşımla araştırılır ve durumu nasıl etkiledikleri ile bu durumlardan nasıl etkilendikleri üzerinde çalışır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Özellikle eğitim bilimleri alanında kullanılan durum çalışması, betimsel araştırma yöntemleri arasında yer alır. Durum çalışmaları, istatistiksel analizlerle bulguların elde edildiği çalışmalar yerine bir kişi veya bir olayı derinlemesine inceleyen özgün çalışmalardır. Durum çalışmaları, birkaç hafta gibi kısa bir sürede yapılabileceği gibi birkaç yıl gerektiren uzun çalışmalarla, gözlemlerle, sesli ve görsel kayıtlarla, yazılı belgelerle betimlemeler yapmayı ve yorumlar getirmeyi amaçlar (Paker, 2015). Bu nedenle araştırmada, nitel araştırma yöntemlerinden olan durum çalışması kullanılmıştır ve öğretmen adayları ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

3.1.1 Katılımcılar

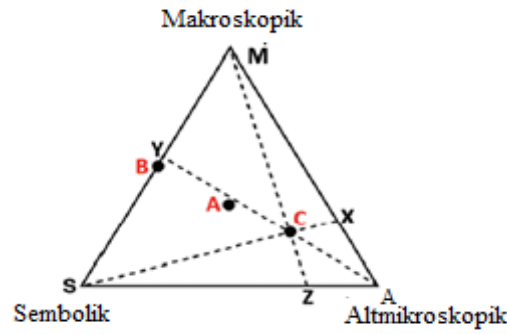
Araştırmanın çalışma grubunu Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi fen bilgisi öğretmenliği üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışma grubu için üniversite eğitimi sürecinde yer alan kimya

derslerinin hepsini almış olan üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adayları tercih edilmiştir. Çalışmaya katılacak olan fen bilgisi öğretmen adaylarının belirlenmesi için Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi fen bilgisi öğretmenliğinde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarına ilk olarak araştırmaya yönelik kısa bir çalışma yapılmıştır. Daha sonra öğretmen adayları ile görüşülerek çalışmaya katılmaya gönüllü olan 18 öğretmen adayı belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışma, 2018-2019 eğitim öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde üçüncü ve dördüncü sınıfta öğrenim görmekte olan 18 kız öğretmen adayı (9+9) ile yapılmıştır. Üçüncü sınıf öğretmen adayları Ö1 ile Ö9 aralığında dördüncü sınıf öğretmen adayları Ö10 ile Ö18 aralığında olacak şekilde kodlanmıştır.

3.1.2 Araştırma Süreci

Çalışmaya katılacak öğretmen adayları belirlendikten sonra, öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlerin yer aldığı 27 kart ile ilgili ön bilgilerini öğrenmek amacıyla ikili görüşmeler yapılmış ve kartlar hakkında ne düşündüklerini yazmaları istenmiştir. Daha sonra kimyanın üçlü gösterimi ile ilgili bilgi ve örneklerin yer aldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kimyasal gösterimler hakkında bilgi verilerek bu gösterimlerin farklılıkları ve aralarındaki ilişkinin kurulmasının önemi vurgulanmıştır. Bunun yanında öğretmen adaylarına Head, Yoder, Genton ve Sumperl (2017)'in önerdiği şekliyle Şekil 3.1'de görülen bir eşkenar üçgen içeren bir çalışma kâğıdı sağlanmıştır. Bu süreçte, öğretmen adaylarından kartlarda yer alan kimyasal gösterimleri kendi cümleleri ile tanımlamaları ve kartları sıralamaları istenmiştir. Sonrasında öğretmen adaylarının bu kâğıdı nasıl kullanacağı ve kartlarda yer alan kimyasal gösterimlere göre kartları çalışma kâğıdı üzerinde nasıl tanımlayacakları birkaç örnekle açıklanmıştır. Verilen ilk örnekte bir kart bütün gösterim seviyelerini eşit olarak içeriyorsa o kartın, üçgenin her köşesinden eşit uzaklıkta yer alan üçgenin ortasına (A noktası) yerleştirilmesi gerektiği açıklanmıştır. Bir sonraki örnekte eşit olarak sembolik ve altmikroskopik seviye içeren bir kartın harfinin, bu iki seviyeye karşılık gelen kenarın ortasına yerleştirilmesi (B noktası) gerektiği böylece sembolik ve altmikroskopik seviyelerin yer aldığı köşelerden eşit uzaklıkta olacağı belirtilmiştir. Üçüncü örnekte %15 altmikroskopik, %25 sembolik

ve %60 makroskobik gösterim içeren bir kart örneği verilerek eşkenar üçgen üzerinde nasıl yerleştirilmesi gerektiği açıklanmıştır. Öğretmen adaylarının çalışma esnasında verilen 27 kartta yer alan görselleri üçgene yerleştirmelerini etkilememek için üçgeni açıklarken farklı örnekler kullanılmış ve sadece yüzdelerin tanımı kullanılıp tartışılmıştır. Öğretmen adayları, kartların üçgen üzerindeki yerlerini temsil etmek için, üçgen üzerine bir nokta çizerek bu noktayı o kartın harfi ile adlandırmışlardır. Öğretmen adaylarına kartların hepsinin aynı anda verilmesi onların bu kartları karşılaştırarak kıyaslamalarını sağlamıştır. Daha sonra öğretmen adaylarının her biri ile ayrı ayrı görüşme yapılmış ve kartlarda yer alan kimyasal gösterimleri tekrar tanımları ve eşkenar üçgen üzerinde yerleri belirlemeye yönelik yüzdelerini açıklamaları istenmiştir. Çalışma sürecinde araştırmacı ve öğretmen adayları iş birliği içerisinde çalışmışlardır.



Şekil 3.1: Bir kartın üzerinde yer alan her bir gösterimin yüzdesini belirlemek için kullanılan üçgen.

3.1.3 Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplamak için kimyasal gösterimlerin her birini içeren farklı görsellere ait kartlar, genel kimya ders kitapları ve yarı yapılandırılmış görüşme formu olmak üzere üç araç kullanılmıştır. Aşağıda veri toplamak için kullanılan araçlar tek tek tanıtılmıştır.

3.1.3.1 Kimyasal Gösterim Kartları

Öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri nasıl algıladıklarını belirlemek için kimyasal gösterimlerin yer aldığı kartlar oluşturulmuştur. Kartların oluşturulmasına yönelik olarak öncelikle konu ile ilgili alanyazın taraması yapılmıştır. Alanyazın çalışmasından sonra üniversite düzeyinde bir genel kimya kitabından (Chang ve Goldsby, 2014) yararlanarak farklı kimyasal gösterim türlerini ayrı ayrı ve bir arada içeren 29 kart belirlenmiştir. Hazırlanan kartların hedeflenen kimyasal gösterimler açısından uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla kartlar kimya alanında ve fen eğitiminde uzman iki öğretim üyesinin görüşüne sunulmuştur. Sonrasında 5 kişilik öğrenci grubu ile sürece yönelik bir pilot uygulama yapılmıştır. Uzmanların ve öğrenci grubunun dönütleri sonucunda kart sayısı 29'dan 27'ye düşürülmüştür. Kartların seçiminde her gösterim seviyesini içeren birer kart ve iki veya üç gösterim seviyesini birlikte içeren farklı kartların yer almasına dikkat edilmiştir. Bir gösterimi içeren farklı tipte yapıların olması için o gösterime yönelik birden fazla kart seçilmiştir. Bazı kartlarda ise benzer yapılarda gösterimleri içeren kartların seçilmesine özen gösterilmiştir. Çalışmada yer alan kartlar; 7 makroskobik, 2 altmikroskobik, 6 sembolik, 3 makroskobik ve sembolik, 3 makroskobik ve altmikroskobik, 3 sembolik ve altmikroskobik, 3 sembolik, makroskobik ve altmikroskobik görsel içermektedir. Çalışma esnasında kullanılan kartlar Ek 7.1'de yer almaktadır.

3.1.3.2 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Kişilerin herhangi bir konuda sahip oldukları düşüncelerini öğrenme yöntemlerinden biri olan görüşme, araştırmacı ve kişilerin arasında geçen sözel bir iletişim şeklidir (Türnüklü, 2000). Görüşme türleri; yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış görüşmeler olmak üzere 3 ana başlık altında incelenmektedir. Yapılandırılmış görüşmelerde, önceden yazılmış olan sorular belirli bir sıra izlenerek katılımcıların her birine değiştirilmeden aynı şekilde sorulur. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde, sorular önceden hazırlanmış olsa da sorular ile ilgili daha ayrıntılı bilgi edinebilmek için bu sorulara ilave olarak farklı sorularda sorulabilir. Yapılandırılmamış görüşmelerde ise önceden hazırlanmış

sorular olmadan, görüşme esnasında gelişigüzel olarak oluşturulan sorular yer alır (Büyüköztürk, 2017). Çalışma esnasında öğretmen adaylarının her biri ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler esnasında katılımcılara kartlarda yer alan her bir görsel için; “Bu kart, kimyanın üçlü gösterim alanından hangi gösterimleri içeriyordur?”, “Bu kartın neden bu gösterimleri içerdiğini düşünüyorsun?” ve “Bu kartta yer aldığını düşündüğün kimyasal gösterimler için yüzdeler bir değer verecek olsan, bu değerler nasıl olur?” şeklinde sorular sorulmuştur ve düşüncelerini açıklamaları istenmiştir. Aynı zamanda görüşme sırasında katılımcılardan çalışma öncesinde kartlarda yer alan görseller ile ilgili yapmış oldukları tanımlamaları ve eşkenar üçgen üzerinde oluşturdukları yüzdelerin her birini açıklamaları istenmiştir. Öğretmen adayları düşüncelerini ifade ederken, bu ifadeler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Böylece öğretmen adaylarının üçgen üzerinde yaptıkları yerleşimleri doğrulaması ve her kartın bileşenlerinin hangi alanlara karşılık geldiğine yönelik bir anlayış geliştirmesi için çalışılmıştır.

3.1.3.3 Ders Kitapları

Ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik algılarına etkisini belirleyebilmek amacıyla öğretmen adaylarının kimya derslerinde kullandıkları iki ders kitabı incelenmiştir. Öğretmen adayları fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gördükleri süreç içerisinde kimya dersine yönelik olarak ilk sene Kimya 1 ve Kimya 2, ikinci sene ise Kimya 3 (Analitik Kimya) ve Kimya 4 (Organik Kimya) derslerini almışlardır. Bu kapsamda, öğretmen adaylarının Analitik Kimya ve Organik Kimya derslerine ait ders kitabı kullanmamış olmaları nedeniyle, dersler süresince kullanmış oldukları Genel Kimya 1 kitabından 109 ve Genel Kimya 2 kitabından 60 olmak üzere toplam 169 görsel incelenmiştir.

3.1.4 Verilerin Analizi

3.1.4.1 Kimyasal Gösterimleri İçeren Kartların Analizi

Öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri içeren kartlara yönelik verdikleri cevaplar içerik analizi ve betimsel analiz ile incelenmiştir. Çalışmaya başlamadan önce öğretmen adaylarından verilen kartlarda yer alan görsellere ait açıklamalar yapılması istenmiştir. Bunun sonucunda öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik ön bilgileri belirlenmiş ve buna yönelik tablo oluşturulmuştur. Adayların ön bilgileri belirlendikten sonra, kimyasal gösterimler hakkında çalışma kağıtları kullanılarak öğretmen adaylarına kimyasal gösterimler hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Akabinde aynı süreç tekrarlanmış ve bu kez öğretmen adaylarının son bilgilerine yönelik olarak tablo oluşturulmuştur. Katılımcıların kartlardaki görsellerde yer alan kimyasal gösterimlerin eşkenar üçgen üzerinde yerlerini belirlemeye yönelik verdikleri yüzdelik değerleri kullanarak kartlar gösterim türlerine göre sınıflandırıldıktan sonra her bir karta yönelik grafikler oluşturulmuştur.

3.1.4.2 İkili Görüşmelerin Analizi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri nasıl algıladıklarını öğrenmek amacıyla oluşturulan kartlarla ilgili olarak ikili görüşmeler yapılmıştır. Katılımcıların ikili görüşme kayıtları önce yazıya dökülmüş ve bu kayıtlar iki kez farklı zamanlarda araştırmacı tarafından dinlenerek kontrol edilmiştir. Kayıtların yazıya çevirme işlemi tamamlandıktan sonra elde edilen verilerin analizinde Head, Yoder, Genton ve Sumperl (2017) tarafından belirlenmiş olan temalar ve kodlar kullanılmıştır. Bu tema ve kodlar Tablo 3.1’de verilmiştir. Fen Bilgisi öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler ortalama 20-25 dakika sürmüştür. Veri analizinin güvenilirliğini sağlamak için, veri analizleri araştırmacı tarafından 2 ay arayla iki kez yapılmış ve analiz sonuçlarının %98,15 oranında uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.1: Kimyasal gösterimlerin analizine yönelik kodlar (Head, Yoder, Genton ve Sumprel, 2017).

Kimyasal Gösterimler	Sunulan Gerekçeler İçin Açıklayıcı Kodlar
Makroskobik	Gözle görülebilen nesnelere içerir Gözlenebilen bir süreci gösterir Gösterimde tanecikler yoktur Duyabileceğimiz bir şeydir
Sembolik	Göremeyeceğimiz bir şeyi gösterir Eşitlik, formül, sayı, grafik içerir Bir sürecin bir gösterimi (elektronların yeri, kimyasal eşitlikler) Verinin gösterimi Bilgiyi göstererek sunmak için renklerin kullanımı Sembollerin maddenin tanecikli yapısını göstermek için kullanımı
Altmikroskobik	Bir atom veya molekülün varlığı Tanecik seviyesinde bir şeyle bağlantı kurma

3.1.4.3 Ders Kitaplarının Analizi

Öğretmen adaylarının lisans eğitimleri sürecinde kimya derslerinde kullandıkları Genel Kimya 1 ve Genel Kimya 2 ders kitaplarında yer alan kimyasal gösterimler Gkitzia, Salta ve Tzougraki (2011)'in belirlediği kriterlere göre değerlendirilmiştir. Bu kriterler Tablo 3.2'de verilmiştir. Bu kapsamda ders kitaplarında yer alan 169 görsel “gösterimlerin tipi”, “yüzey özelliklerinin yorumlanması”, “metinle ilişkisi”, “altyazıların özellikleri” ve “bir çoklu gösterimi oluşturan bileşenler arasındaki korelasyon derecesi” şeklindeki 5 kritere göre analiz edilmiştir.

Tablo 3.2: Kimyasal gösterimlerin analizi için kriterler (Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011).

Kriter	Her bir kriter için topoloji
K1: Gösterimlerin tipi	i. Makroskopik ii. Alt-mikroskopik iii. Sembolik iv. Çoklu v. Hibrit vi. Karışık

Tablo 3.2 (devamı)

K2: Yüzey özelliklerinin yorumlanması	i. Açık ii. Örtülü iii. Belirsiz
K3: Metinle ilişkisi	i. Tamamıyla ilişkili ve bağlantılı ii. Tamamıyla ilişkili ve bağlantısız iii. Kısmen ilişkili ve bağlantılı iv. Kısmen ilişkili ve bağlantısız v. İlişkisiz
K4: Alt yazıların özellikleri	i. Uygun alt yazı ii. Problemlı alt yazı iii. Alt yazı yok
K5: Bir çoklu gösterimi oluşturan bileşenler arasındaki korelasyon derecesi	i. Yeterince bağlantılı ii. Yetersiz iii. Bağlantı yok

3.1.5 Geçerlilik ve Güvenirlik

Genel kimya (Chang ve Goldsby, 2014) kitabından farklı bölümlere ait görsellere yer verilerek kartların kapsam geçerliliği sağlanmaya çalışılmıştır. Geçerliliği sağlamak için çalışmada yer alacak kartların seçiminde her gösterim seviyesini içeren birer kart ve iki veya üç gösterim seviyesini birlikte içeren farklı kartların yer almasına dikkat edilmiştir. Bir gösterimi içeren farklı tipte yapıların olması ve duyarlılığın artması ile güvenirligi sağlayabilmek için o gösterime yönelik birden fazla kart seçilmiştir. Bazı kartlarda ise çalışmanın iç tutarlılığını sağlayabilmek için benzer yapılarda gösterimleri içeren kartlar tercih edilmiştir. Kartlar belirlendikten sonra birbirinden habersiz olan fen eğitimi ve kimya eğitiminde uzman farklı iki öğretim üyesinin kartlara yönelik görüşleri alınmış ve bu uzmanların görüşleri karşılaştırarak güvenirlilik sağlanmaya çalışılmıştır.

Ders kitaplarında yer alan görsellerin analizinin güvenirligini sağlamak amacıyla, 169 görselin % 20'si olan 34 görsel belirlenen kriterlere göre araştırmacı ve kimya eğitiminde uzman bir öğretim üyesi tarafından birbirinden bağımsız bir şekilde analiz edilip değerlendirilerek veri analizinin güvenirligi sağlanmaya çalışılmıştır. Her iki kodlayıcıdan elde edilen veriler kullanılarak güvenirlilik değeri, Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen kodlayıcı güvenirligi formülü ile belirlenmiştir (Miles ve Huberman, 1994). Bu formüle göre güvenirlilik = (görüş birliği) / (görüş birliği + görüş ayrılığı) x 100 şeklinde hesaplanmıştır. İki farklı

kodlayıcının uyuşumu için %80 üzerindeki değerlerin kodlayıcılar arası güvenilirlik için yeterli olduğu ifade edilmiştir (Miles ve Huberman, 1994). Formüle göre yapılan hesaplamalar sonucunda, ders kitaplarının analizinde birinci kritere göre güvenilirlik %94, ikinci kritere göre güvenilirlik %84, üçüncü kritere göre güvenilirlik %97, dördüncü kritere göre güvenilirlik %91 ve beşinci kritere göre güvenilirlik %82 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar kodlayıcılar arasındaki uyumun %80 üzerinde olduğunu ve güvenilirlik için yeterli düzeyde olduğu göstermektedir (Miles ve Huberman, 1994). Ayrıca güvenilirlik hesaplaması sonrasında kodlayıcılar arasında iletişim sağlanmış, görüş ayrılığı yaşanan noktalar tekrar gözden geçirilmiş, tartışılmış ve görüş birliğine varılmaya çalışılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Öğretmen Adaylarının Kimyasal Gösterimleri Algılamalarına Yönelik Bulgular

4.1.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimyasal Gösterimlerle İlgili Ön Bilgilerine Ait Bulgular

Bu bölümde, öğretmen adaylarına kimyasal gösterim alanlarına yönelik kısa bir çalışma yapılmadan önce kartlarda yer alan görsellere dair ön bilgileri belirlenmiştir. Tablo 4.1’de öğretmen adaylarının kartlarla ilgili yapılan görüşmelere ait analiz bulguları verilmiştir.

Tablo 4.1: Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik ön bilgileri.

Kartlarda Yer Alan Gösterimler	Öğrenci Cevaplarına Yönelik Örnekler
Makroskobik Gösterim	“Derişik ve seyreltik çözeltileri, bu çözeltilerin görünüşlerini anlatmış resim” (Ö18) (Kart I) “Günlük hayatta kullandığımız termosların maddelerin sıcaklığını korumasını anlatıyor” (Ö6) (Kart T) “Bir maddenin titrasyon ile renk değiştirmesini gösteren düzenek var” (Ö14) (Kart Ü) “Deney tüpünün ısıtılması ile gerçekleşen yanma tepkimesinde gösteri deneyi yapılıyor” (Ö18) (Kart L)
Sembolik Gösterim	“Farklı moleküllerin Lewis yapılarını gösteriyor” (Ö8) (Kart C) “Hacim ve basınç arasındaki ters ilişkiyi gösteren grafik verilmiş” (Ö6) (Kart Ç) “Benzenin halkalı yapısı gösterilmiş” (Ö17) (Kart F) “Metallerin çözeltiler ile verdikleri tepkimeler gösterilmiş” (Ö18) (Kart J) “Tabloda periyodik sistemdeki elementlerin sembolleri verilmiş” (Ö3) (Kart M) “pH hesaplama formülü gösteriliyor” (Ö16) (Kart N)
Altmikroskobik Gösterim	“Farklı atomların bir araya gelerek oluşturdukları molekülleri gösteriyor” (Ö15) (Kart P) “Bir çözeltinin içinde yer alan moleküllerin görünümünü içeriyor” (Ö2) (Kart J)

Tablo 4.1 (devamı)

Çoklu Gösterimler	“Resim demirin molekül görünümünü anlatmış” (Ö10) (Kart R) “Maddenin taneciklerinin sıvı içerisinde dağılımını göstermiş” (Ö18) (Kart I) “Çözeltideki iyonları görseller ile göstermiş” (Ö1) (Kart J)
--------------------------	---

Kartlarla ilgili yapılan görüşmelerde, öğretmen adayları öncelikle kartlarda yer alan hiç bir gösterimi kimyanın üçlü gösterimine dayanarak açıklamamışlardır. Tablo 4.1’de görüldüğü gibi, öğretmen adayları makroskopik gösterimlerle ilgili olarak gösterimleri kimyanın üçlü gösterimine göre düşünmeyip, sadece kartlardaki olayı tasvir etmeye çalışmışlardır. Sadece sembolik gösterimlerin yer aldığı kartlarda, öğretmen adayları sembolik gösterim içeren görsellerin özelliklerine yönelik açıklamalarda bulunsalarda gösterimin tipinden söz etmemişlerdir. Öğretmen adayları sadece altmikroskopik gösterimlerin yer aldığı kartlarda, altmikroskopik gösterim içeren görsellerde atom, molekül gibi kavramlara yönelik tasvirlerde bulunsalarda gösterimin tipinden söz etmemişlerdir. Çoklu gösterimlerin yer aldığı kartlarda ise öğretmen adaylarının sadece tek bir gösterime yönelik yorum yaptığı, kimyanın üçlü gösteriminden bahsetmediği ve kimyanın üçlü gösterimine yönelik gösterimler arasında herhangi bir ilişki kuramadığı belirlenmiştir.

4.1.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimyasal Gösterimlerle İlgili Son Bulgularına Ait Bulgular

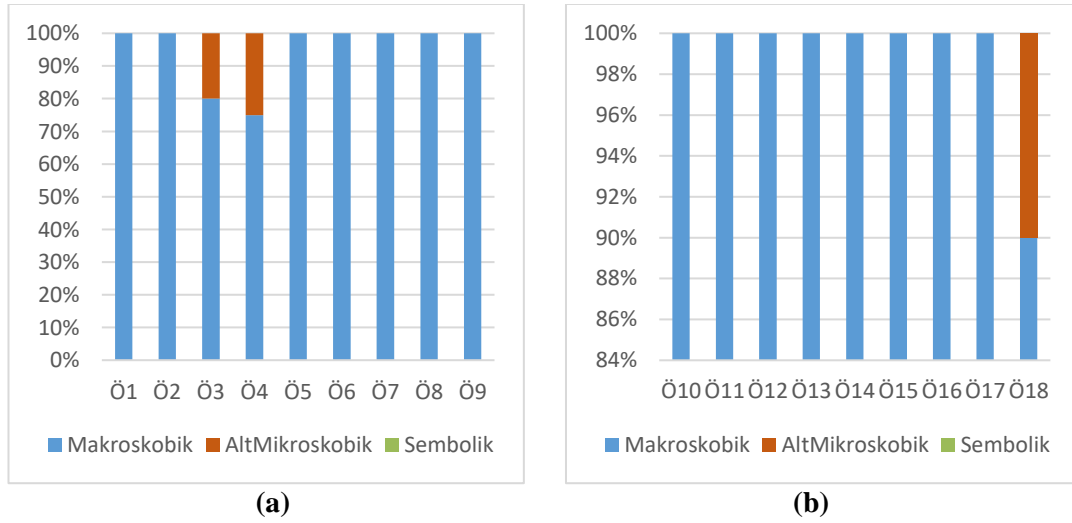
4.1.2.1 Kimyasal Gösterimlerin Yüzdelerine Göre Oluşturulan Grafikler

Bu bölümde, öğretmen adaylarının kimyanın üçlü gösterimi ile ilgili çalışmaya katılımlarından sonra kartlarla ilgili yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen analiz bulguları yer almaktadır. Bu görüşmeler sırasında, öğretmen adaylarından verilen üçgen üzerinde kartların nerede yer alabileceğini göstermeleri ve buna yönelik açıklamalarda bulunmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının bu noktayı oluşturabilmek için verdikleri yüzdelerle oluşturulan grafikler aşağıdaki verilmiştir. Öğretmen adaylarına 7 makroskopik, 2 altmikroskopik ve 6

sembolik gösterim içeren kart verilmiştir. Bu kartlarla ilgili bulgular aşağıda sunulmuştur.

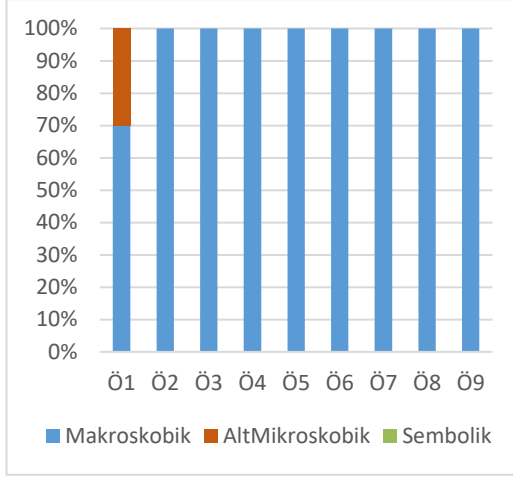
4.1.2.1.1 Makroskobik Kartlar

Makroskobik gösterim içeren 7 kart ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerine göre çizilen grafikler ve açıklamalara ait bulgular aşağıda verilmiştir.

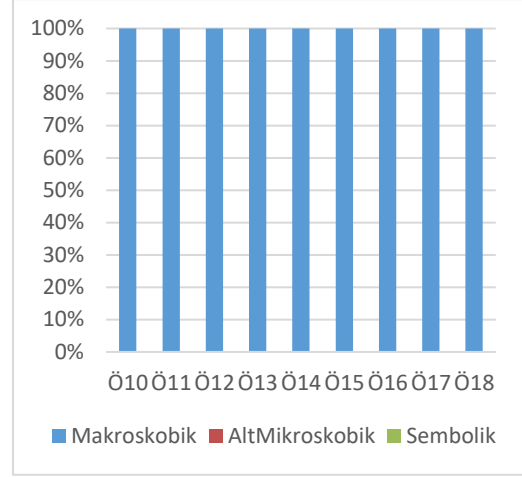


Şekil 4.1 : Öğretmen adaylarının Kart A'da yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf b) 4. sınıf.

Şekil 4.1'de deney tüplerinde farklı çözeltilerin makroskobik gösterimlerinin yer aldığı kart A ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi, kart A ilgili olarak üçüncü sınıf öğretmen adaylarından 7'si yalnızca makroskobik olduğunu, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmen adayları ise makroskobik ve altmikroskobik şeklinde çoklu bir gösterim olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Ö3 kodlu öğretmen adayı iki farklı sınıdan oluşan karışım içerdiğini söyleyerek çoklu gösterimlerden hibrit bir gösterim olduğunu ifade etmiştir. Kart A ile ilgili olarak, dördüncü sınıf öğretmen adaylarından 8'i makroskobik, Ö18 kodlu öğrenci ise makroskobik ve altmikroskobik şeklinde iki gösterimin olduğunu düşünmüşlerdir. Ö4 ve Ö18 kodlu öğretmen adayları kartın, görselde yer alan çözeltileri gözle görebildikleri için makroskobik gösterim içerdiğini ve tanecik hareketlerini gözlemleyemedikleri için altmikroskobik gösterim içerdiğini, bu yüzden çoklu gösterime sahip olduğunu belirtmişlerdir.



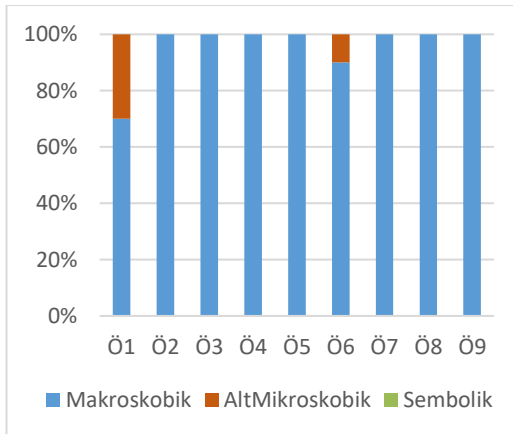
(a)



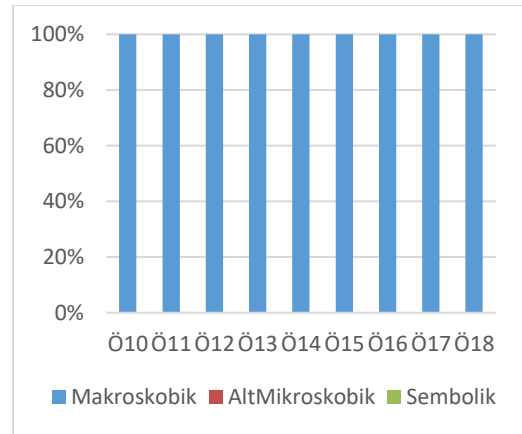
(b)

Şekil 4.2: Öğretmen adaylarının Kart G’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.2’de bakır sülfatın ve su ile tepkimeye giren bakır sülfatın farklı renklerdeki makroskobik gösterimlerinin yer aldığı kart G ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.2’de görüldüğü gibi, G kartını; üçüncü sınıf öğretmen adaylarından 8’i yalnızca makroskobik, Ö1 kodlu öğretmen adayı ise bu maddelerdeki renk değişimini gözle görebildiği için makroskobik ve maddenin taneciklerinin reaksiyon sırasında dönüşüm olayını gözle göremediği için altmikroskobik bir gösterim olduğunu belirtmişlerdir. Kart G ile ilgili olarak, dördüncü sınıf öğretmen adaylarının hepsi sadece makroskobik bir gösterim olduğunu belirtmişlerdir.



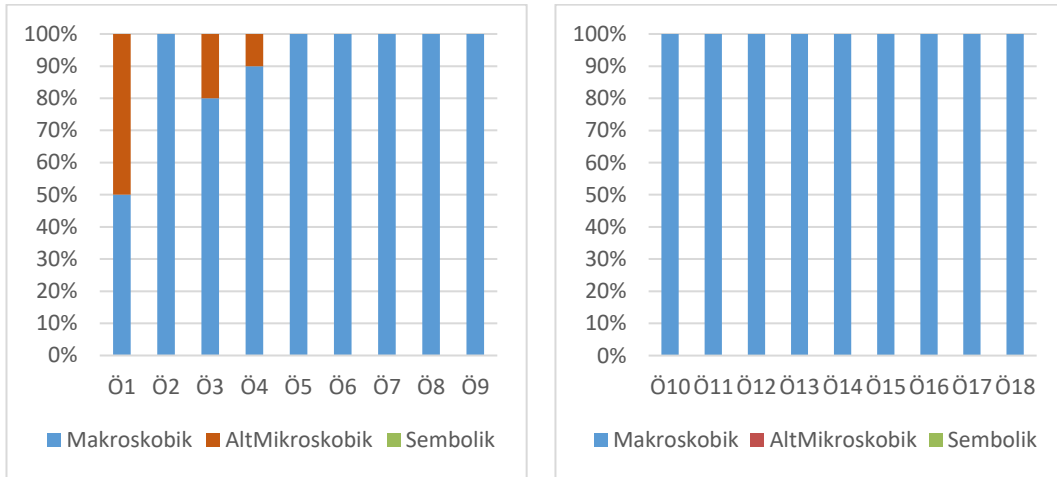
(a)



(b)

Şekil 4.3: Öğretmen adaylarının Kart H’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.3’de katottan anoda doğru hareket etmekte olan katot ışınlarının makroskobik gösterimlerinin yer aldığı kart G ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.3’e bakıldığında, H kartının; üçüncü sınıf öğretmen adaylarından 7’si yalnızca makroskobik olduğunu, Ö1 ve Ö6 kodlu öğretmen adayları ise hem makroskobik hem altmikroskobik gösterim içerdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca üçüncü sınıf öğretmen adaylarından, Ö7 kodlu öğretmen adayı bu görseldeki tüplerin mıknatısa benzetildiğini bu yüzden analogi içerdiğini düşünürken, Ö6 kodlu öğretmen adayı ışınların çarpması ile renk değişiminin görülmesinin makroskobik gösterim, tüp içindeki moleküllerin hareketini göremediğimiz için altmikroskobik gösterim içerdiğini ve bu gösterimler iç içe yer aldığı için çoklu gösterimlerden hibrit gösterim olduğunu ifade etmiştir. H kartı ile ilgili olarak, dördüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı yalnızca makroskobik bir gösterim olduğunu belirtmişlerdir.



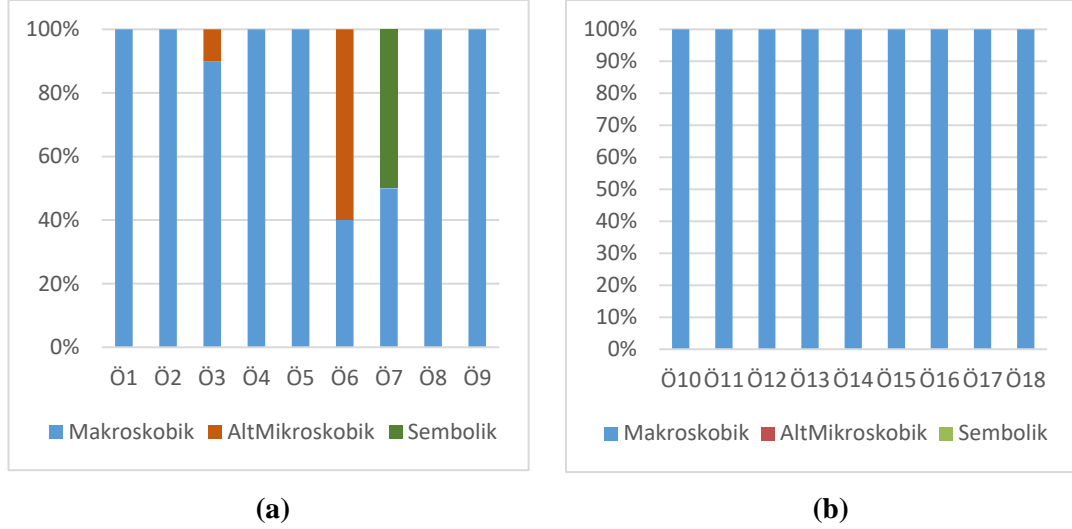
(a)

(b)

Şekil 4.4: Öğretmen adaylarının Kart L’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

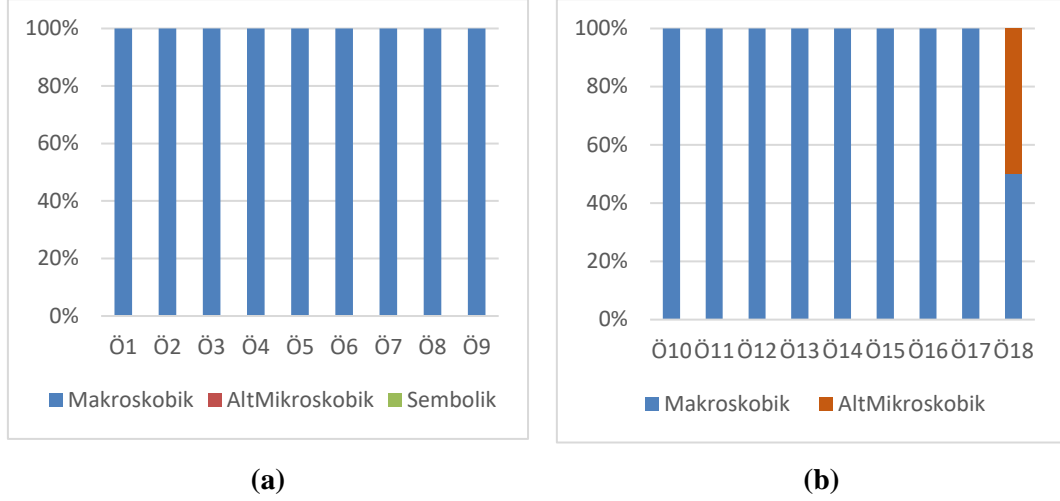
Şekil 4.4’de civa (II) oksitin ısıtılarak bozunması ve potasyum kloratın ısıtılması ile açığa çıkan oksijenin, tahtanın yanmasına etkisini gösteren makroskobik bir gösterim olan kart L ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.4’de görüldüğü gibi, üçüncü sınıf öğretmen adaylarından 6’sı ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının hepsi yalnızca makroskobik bir gösterim olduğunu belirtmişlerdir. Farklı olarak Ö1, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmen adayları H kartının hem makroskobik hem altmikroskobik gösterimler içerdiğini ifade etmişlerdir. Sadece makroskobik gösterim içeren L

kartına yönelik olarak öğretmen adayları yanma esnasında deney tüpünde gerçekleşen reaksiyonları gözle göremedikleri için aynı zamanda altmikroskopik gösterim içerdiğini düşünmüşlerdir.



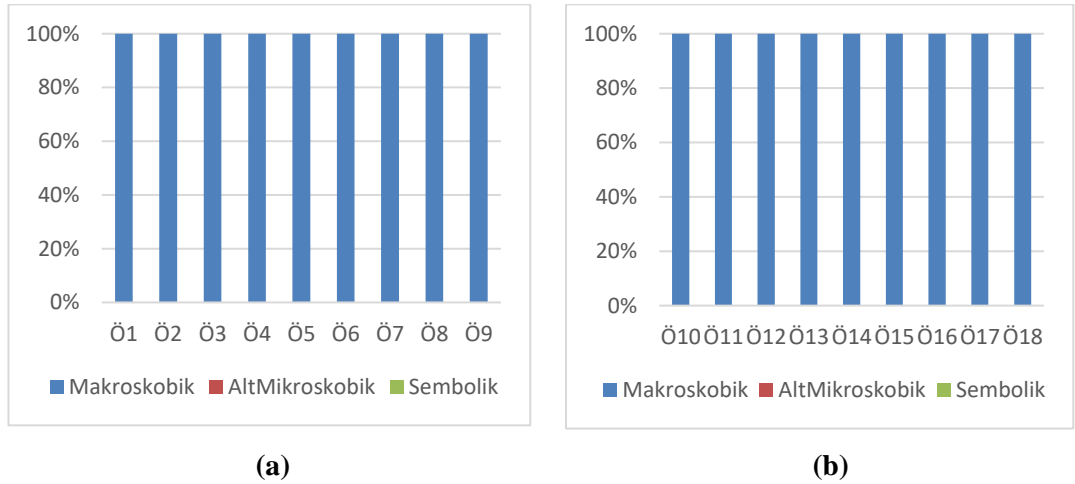
Şekil 4.5: Öğretmen adaylarının Kart T’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.5’de iç içe geçmiş iki polistiren kahve kupasından oluşan sabit basınç kalorimetresinin bir makroskobik gösterimini içeren kart T ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.5’de görüldüğü gibi, T kartının; üçüncü sınıf öğretmen adaylarından 6’sı yalnızca makroskobik olduğunu, Ö3 ve Ö6 kodlu öğretmen adayları hem makroskobik hem altmikroskopik olduğunu, Ö7 kodlu öğretmen adayı ise hem makroskobik hem sembolik gösterimler içerdiğini düşünmektedirler. Ö7 kodlu öğretmen adayı yalnızca makroskobik gösterim içeren T kartında, kurulan deney düzeneğinin ısı aktarımını temsil ettiğini ifade ederek bu kartın aynı zamanda sembolik gösterim içerdiğini belirtmiştir. Ayrıca Ö6 kodlu öğretmen adayı T kartının, ısı aktarımını gözlemleyemediğimiz için altmikroskopik, ısıyı koruduğunu hissedebildiğimiz için makroskobik gösterim içerdiğini ve ısı aktarımı kabın içinde gerçekleştiği için çoklu gösterimlerden hibrit bir gösterim olduğunu ifade etmiştir. dördüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı kartın makroskobik gösterimler içerdiğini belirtmişlerdir.



Şekil 4.6: Öğretmen adaylarının Kart Ü’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.6’da asit baz titrasyonunun makroskobik gösterimlerini içeren kart Ü ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.6’da görüldüğü gibi, Ü kartının; üçüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı yalnızca makroskobik gösterimler içerdiğini belirtmişlerdir. Kart ile ilgili olarak, dördüncü sınıf öğretmen adaylarından 8’i yalnızca makroskobik olduğunu, Ö18 kodlu öğretmen adayı ise hem makroskobik hem altmikroskobik gösterimler içerdiğini düşünmektedir. Ayrıca Ü kartı çoklu bir gösterim içermemesine rağmen Ö18 kodlu öğretmen adayı görselde yer alan renk değişimini gözle görebildiğimiz için makroskobik, içindeki tepkimeleri göremediğim için kartın altmikroskobik gösterim içerdiğini ve tepkimeler erlen içerisinde gerçekleştiği için çoklu gösterimlerden hibrit bir gösterim olduğunu ifade etmiştir.

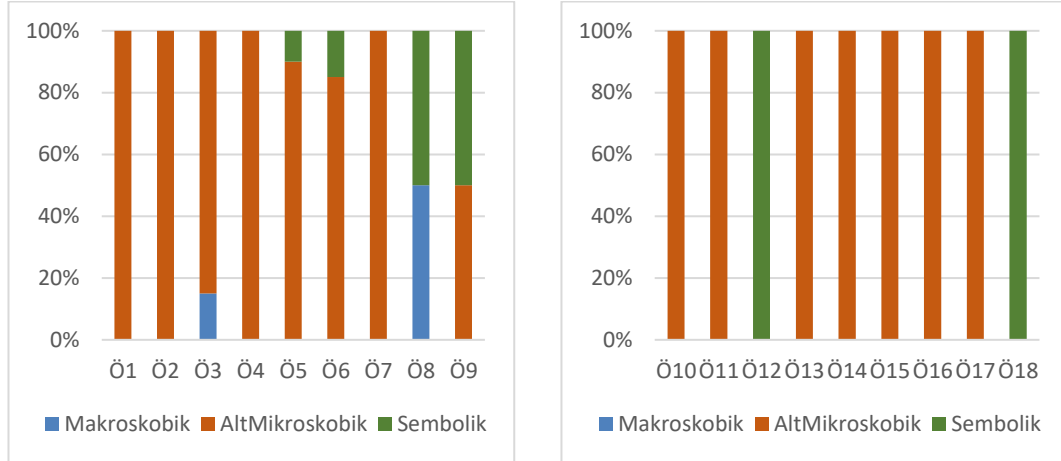


Şekil 4.7: Öğretmen adaylarının Kart Y’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.7’de dağın zirvesine tırmanan bir insanın potansiyel enerjisindeki artışının dağa tırmanırken izlenen yola bağlı olmadığını gösteren kart Y ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.7’de görüldüğü gibi, Y kartının; üçüncü sınıf ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı yalnızca makroskobik bir gösterim olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yalnızca Ö3, Ö6 ve Ö7 kodlu üçüncü sınıf öğretmen adayları ile Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu dördüncü sınıf öğretmen adayları bu kartın benzetimden yararlandığı için analogi içerdiğini belirterek karışık bir gösterim olduğunu ifade etmiştir.

4.1.2.1.2 Altmikroskobik Kartlar

Altmikroskobik gösterim içeren 2 kart ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerine göre çizilen grafikler ve açıklamalara ait bulgular aşağıda verilmiştir.



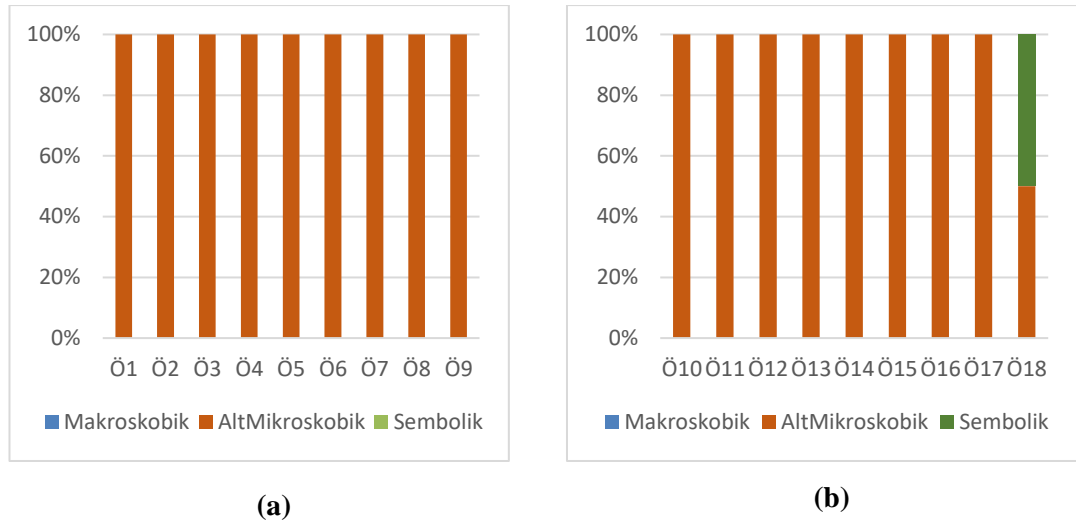
(a)

(b)

Şekil 4.8: Öğretmen adaylarının Kart B’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.8’de elmas ve grafitin molekül geometrisinin altmikroskobik gösterimlerini içeren kart B ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.8’de görüldüğü gibi, B kartının; üçüncü sınıf öğretmen adaylarından 4’ü yalnızca altmikroskobik diğer öğretmen adayları birden fazla gösterim içerdiği için çoklu bir gösterim olduğunu belirtmişlerdir. Bu öğretmen adaylarından Ö3 kodlu öğretmen adayı belirli bir şekle sahip olduğu için

makroskobik ve gözle göremediğim tanecikler bulunduğu için altmikroskobik, Ö5, Ö6, Ö9 kodlu öğretmen adayları rakam içerdiği için sembolik ve atomlar yer aldığı için altmikroskobik ve Ö8 kodlu öğretmen adayı belirli bir şekle sahip olduğu için makroskobik ve iyonların bir araya gelmesini gösterdiği için sembolik gösterimler içerdiğini düşünmüşlerdir. B kartının, dördüncü sınıf öğretmen adaylarından 7’si yalnızca altmikroskobik olduğunu, Ö12 ve Ö18 kodlu öğretmen adayları ise görsel altmikroskobik gösterim içermesine rağmen atomların birbirleriyle olan bağlantılarını gösterdiği için yalnızca sembolik gösterimler içerdiğini düşünmektedir.

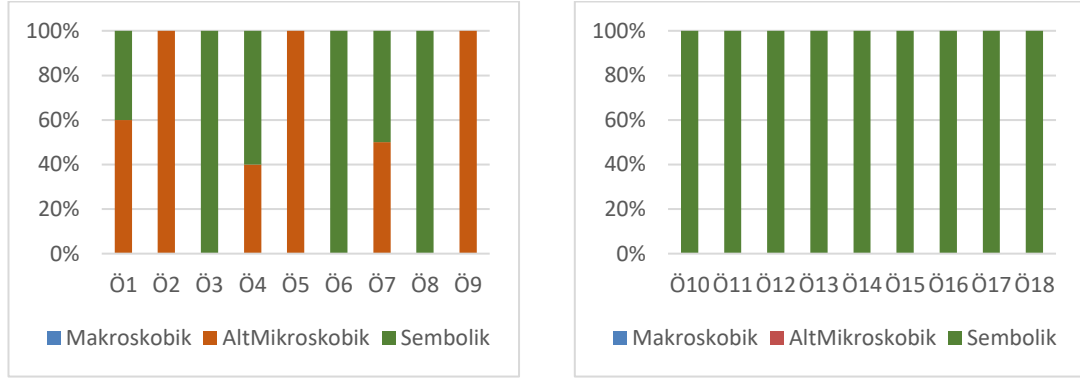


Şekil 4.9: Öğretmen adaylarının Kart D’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.9’da iki farklı atomun bir araya gelerek oluşturduğu moleküllerin altmikroskobik gösterimlerini içeren D kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.9’da yer alan grafiklere göre; D kartı ile ilgili olarak üçüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı yalnızca altmikroskobik olduğunu düşünürken, dördüncü sınıf öğretmen adaylarından 8’i yalnızca altmikroskobik olduğunu, Ö18 kodlu öğrenci ise kartta yalnızca altmikroskobik gösterim içerdiği halde, taneciklerin semboller ile gösterildiğini ifade ederek aynı zamanda sembolik gösterimler içerdiğini düşünmektedir.

4.1.2.1.3 Sembolik Kartlar

Sembolik gösterim içeren 6 kart ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerine göre çizilen grafikler ve açıklamalara ait bulgular aşağıda verilmiştir.

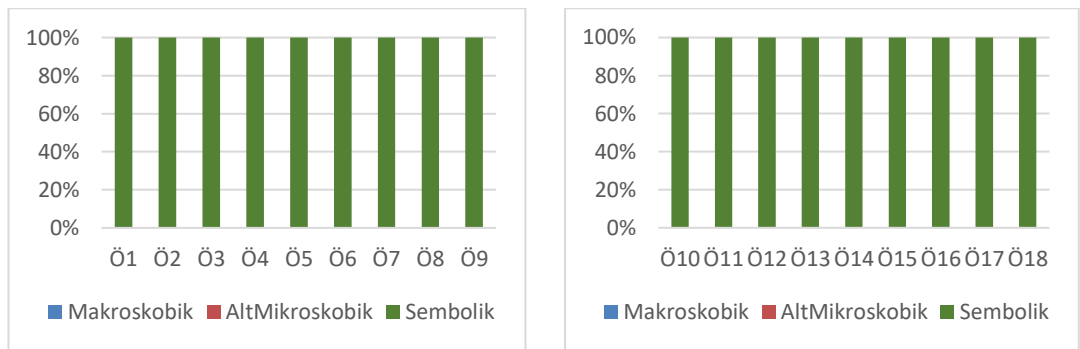


(a)

(b)

Şekil 4.10: Öğretmen adaylarının Kart C’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.10’da farklı moleküllerin lewis yapılarının sembolik gösterimlerini içeren C kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.10’da görüldüğü gibi, C kartının; üçüncü sınıf öğretmen adaylarının 3’ü yalnızca sembolik olduğunu, Ö2, Ö5 ve Ö9 kodlu öğretmen adayları lewis yapılarını gözle göremediğimiz için yalnızca altmikroskobik, Ö1, Ö4 ve Ö7 kodlu öğretmen adayları ise sembolik gösterimin yanında atomlar ve harfler içerdiği için aynı zamanda altmikroskobik gösterimler içerdiğini düşünmektedirler. Dördüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı C kartının yalnızca sembolik gösterimler içerdiğini belirtmişlerdir.

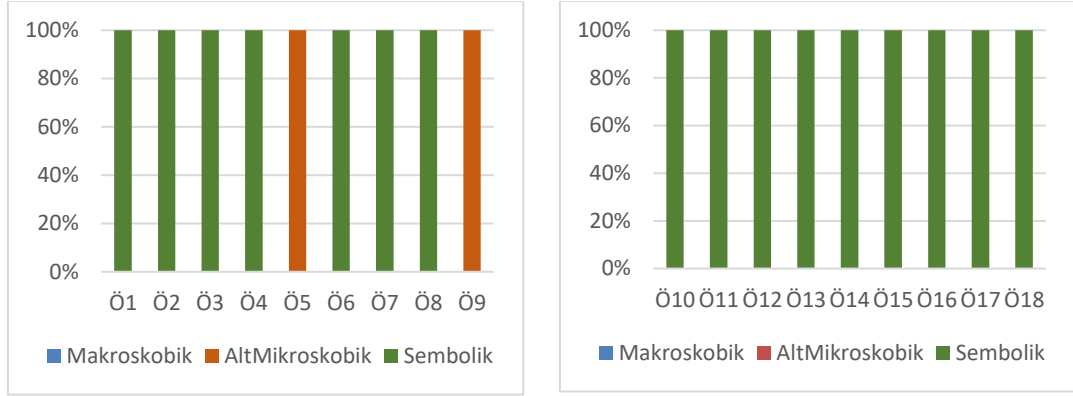


(a)

(b)

Şekil 4.11: Öğretmen adaylarının Kart Ç’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.11’de sabit sıcaklık altında bir gaza uygulanan basıncı ve bu gazın hacminin değişiminin sembolik gösterimlerini içeren Ç kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.11’de yer alan grafikler üçüncü sınıf ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı Ç kartının sembolik gösterimler içerdiğini göstermektedir.

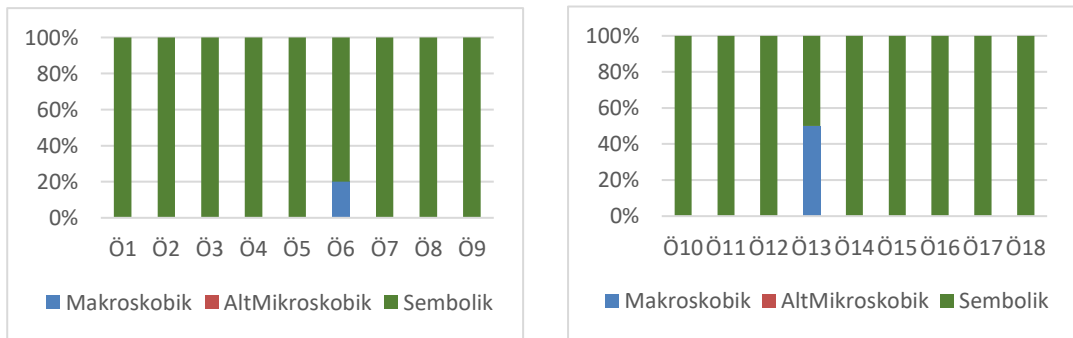


(a)

(b)

Şekil 4.12: Öğretmen adaylarının Kart F’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.12’de benzenin halkalı yapısının sembolik gösterimlerini içeren F kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.12’de görüldüğü gibi; F kartı ile ilgili olarak üçüncü sınıf öğretmen adaylarından 7’si yalnızca sembolik olduğunu, Ö5 ve Ö9 kodlu öğretmen adayları ise gözle görülemeyen bir yapıyı gösterdiği için yalnızca altmikroskobik gösterimler içerdiğini düşünmektedir. dördüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı F kartının yalnızca sembolik gösterimler içerdiğini düşünmektedir.

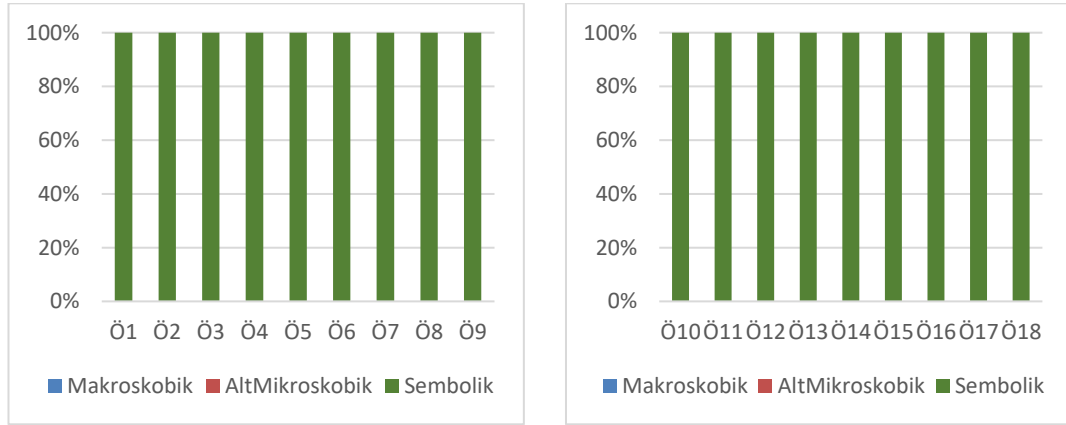


(a)

(b)

Şekil 4.13: Öğretmen adaylarının Kart M’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.13’de periyodik tabloda yer alan elementlerin sembolik gösterimlerini içeren M kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.13’de görüldüğü gibi, M kartını hem üçünü sınıf hem dördüncü sınıf öğretmen adaylarından 8’i yalnızca sembolik olduğunu düşünürken, Ö6 kodlu ve Ö13 kodlu öğretmen adayları gözle görebileceğimiz şekilde görselleştirilmiş bir tablo bulunduğu için makroskobik ve elementlerin sembolleri yer aldığı için sembolik gösterimler içerdiğini düşünmektedir.

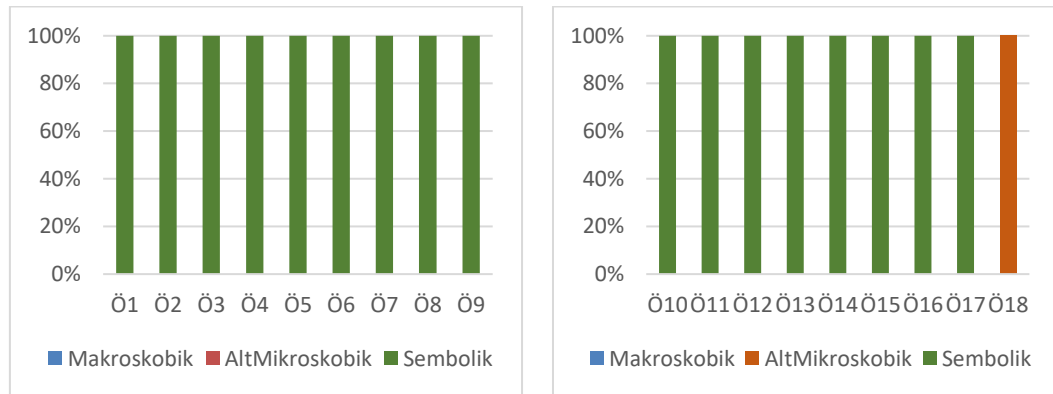


(a)

(b)

Şekil 4.14: Öğretmen adaylarının Kart N’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.14’de pH hesaplama formülünün sembolik gösterimlerini içeren N kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.14’de yer alan grafiklere göre, hem üçüncü sınıf hem dördüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı N kartının yalnızca sembolik gösterimler içerdiğini düşünmektedir.



(a)

(b)

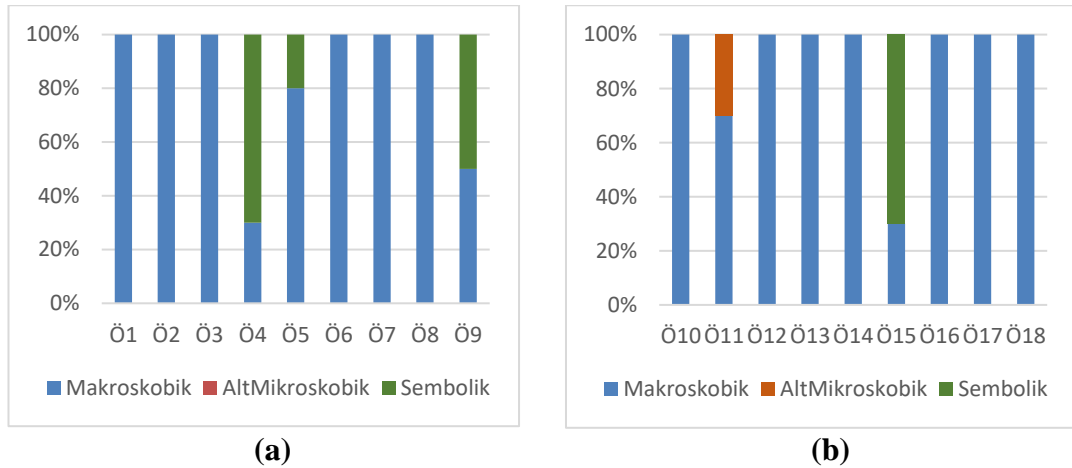
Şekil 4.15: Öğretmen adaylarının Kart U’da yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.15’de azot gazının üç farklı sıcaklıktaki molekül hızının ve helyum, azot ve klor gazlarının aynı sıcaklıktaki molekül hızlarının sembolik gösterimlerini içeren U kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.15’deki grafikler incelendiğinde, U kartının; üçüncü sınıf öğretmen adaylarının tamamı yalnızca sembolik gösterimler içerdiğini düşünürken, dördüncü sınıf öğretmen adaylarından 8’i yalnızca sembolik olduğunu, Ö18 kodlu öğrenci ise gaz moleküllerinde gerçekleşen değişimin sadece mikroskop ile gözlenebileceğini ifade ederek yalnızca altmikroskopik bir gösterim olduğunu belirtmektedir.

Öğretmen adaylarına 3’er tane makroskobik ve sembolik, makroskobik ve alt mikroskopik, sembolik ve altmikroskopik ve makroskobik, altmikroskopik ve sembolik 3 gösterimi içeren kartlar verilmiştir. Bu kartlarla ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

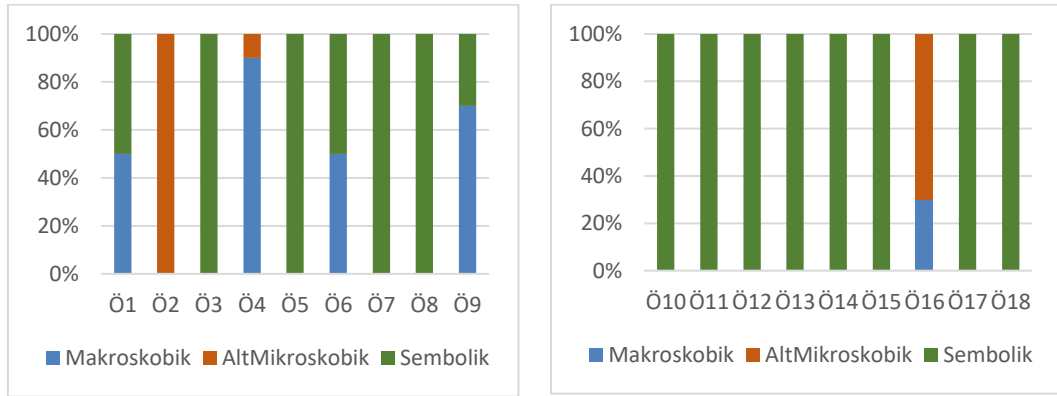
4.1.2.1.4 Makroskobik ve Sembolik Kartlar

Makroskobik ve sembolik gösterim içeren 3 kart ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerine göre çizilen grafikler ve açıklamalara ait bulgular aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.16: Öğretmen adaylarının Kart E’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

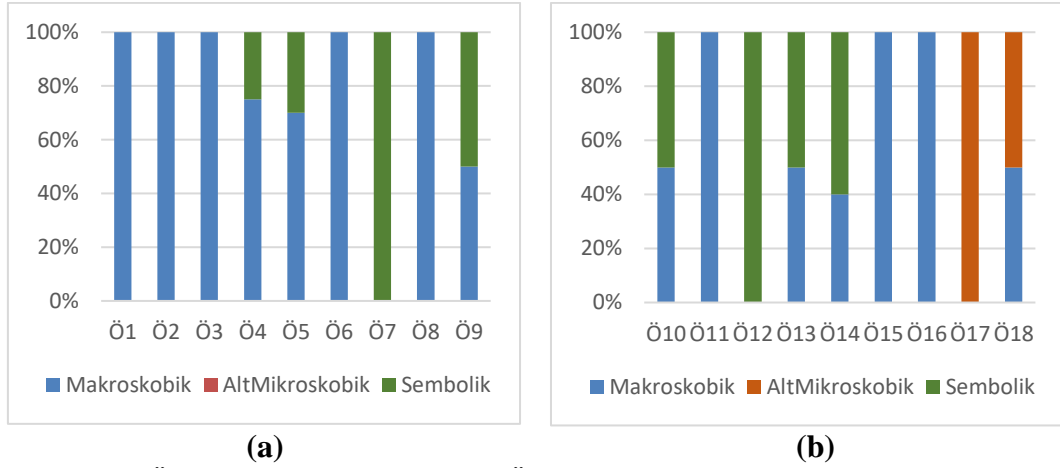
Şekil 4.16’da makroskobik ve sembolik gösterimler içeren E kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.16’da görüldüğü gibi; üçüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö4, Ö5 ve Ö9 kodlu öğretmen adayları makroskobik ve sembolik gösterimler içerdiğini, Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö7 ve Ö8 kodlu öğretmen adayları ise yalnızca makroskobik gösterimler içerdiğini düşünmektedirler. E kartı ile ilgili olarak, dördüncü sınıflardan Ö15 kodlu öğretmen adayı makroskobik ve sembolik, Ö11 kodlu öğretmen adayı makroskobik ve elementlerin görünüşlerinin yanında tanecikler yer aldığı için altmikroskobik gösterimler içerdiğini belirtmişlerdir. Diğer dördüncü sınıf öğretmen adayları E kartının yalnızca makroskobik gösterimler içerdiğini düşünmektedir. Kartın yalnızca makroskobik gösterime sahip olduğunu düşünen öğretmen adayları günlük hayatta karşımıza çıkan elementlere ait görseller yer aldığı için bu kartın sadece makroskobik gösterime sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Ö4, Ö5 ve Ö9 kodlu üçüncü sınıf öğretmen adayları ve Ö11 kodlu dördüncü sınıf öğretmen adayı birden fazla gösterim içerdiği için bu kartın çoklu bir gösterim olduğunu ifade etmişlerdir.



Şekil 4.17: Öğretmen adaylarının Kart K’da yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.17’de makroskobik ve sembolik gösterimler içeren K kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.17’de görüldüğü gibi, K kartının; Ö1, Ö6 ve Ö9 kodlu öğretmen adayları makroskobik ve sembolik gösterim, Ö4 kodlu öğretmen adayı makroskobik gösterimin yanında tabloda yer alan değerleri gözlemleyemeyeceğimiz için altmikroskobik gösterim, Ö3, Ö5, Ö7 ve Ö8 kodlu öğretmen adayları elektromanyetik ışınların yer aldığı bir grafik olduğu için yalnızca sembolik gösterim

ve Ö2 kodlu öğretmen adayı elektromanyetik ışınları gözle göremeyeceğimiz için yalnızca altmikroskopik gösterim içerdiğini belirtmişlerdir. K kartı ile ilgili olarak, dördüncü sınıf öğretmen adaylarından 8'i elektromanyetik ışınların dalga boyu ve frekans değerlerini gösteren bir grafik içerdiği için yalnızca sembolik gösterim içerdiğini düşünürken, Ö16 kodlu öğretmen adayı makroskobik gösterimin yanında bazı dalga boyları yalnızca mikroskop ile gözlemlenebileceği için altmikroskopik gösterimlerde içerdiğini düşünmektedir.

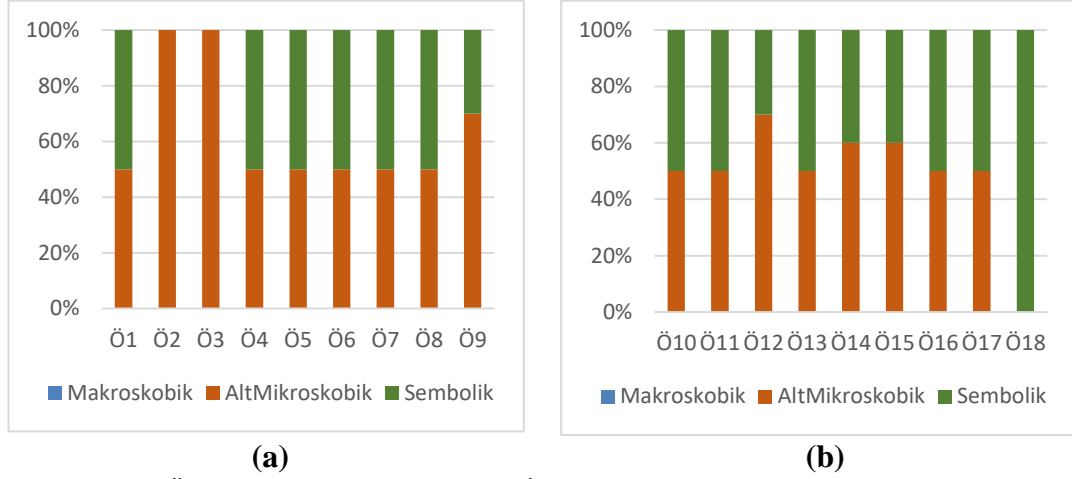


Şekil 4.18: Öğretmen adaylarının Kart Ö'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.18'de gaz basıncını ölçmek için kullanılan iki manometrenin makroskobik ve sembolik gösterimlerini içeren Ö kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.18'de görüldüğü gibi, Ö kartını; üçüncü sınıflardan Ö4, Ö5 ve Ö9 kodlu öğretmen adayları ile dördüncü sınıflardan Ö10, Ö13 ve Ö14 kodlu öğretmen adayları makroskobik ve sembolik gösterimler içerdiğini düşünürken Ö18 kodlu öğretmen adayı makroskobik gösterimin yanında taneciklerin hareketini içerdiği için altmikroskopik gösterimde içerdiğini düşünmüştür. Ayrıca Ö13 kodlu öğretmen adayı Ö kartı hibrit bir gösterim içermemesine rağmen bu kartın oklarla gösterimler arasında kurulan bağlantıdan dolayı hibrit bir gösterim olduğunu vurgulamıştır. Diğer taraftan, çoklu bir gösterime sahip olan Ö kartını Ö7 ve Ö12 kodlu öğretmen adayları basınç sembollerini gösterdiği için yalnızca sembolik, Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö8, Ö11, Ö15 ve Ö16 kodlu öğretmen adayları gözle görülebilir bir deney düzeneği yer aldığı için yalnızca makroskobik ve Ö17 kodlu öğretmen adayı ise gazı gözle göremeyip mikroskop ile görebileceğimiz için yalnızca altmikroskopik gösterim içerdiğini belirtmişlerdir.

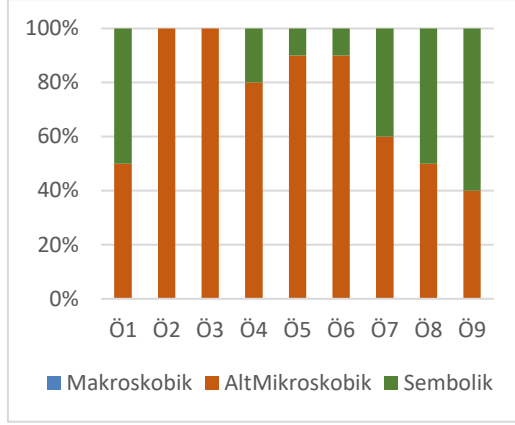
4.1.2.1.5 Altmikroskopik ve Sembolik Kartlar

Altmikroskopik ve sembolik gösterim içeren 3 kart ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerine göre çizilen grafikler ve açıklamalara ait bulgular aşağıda verilmiştir.

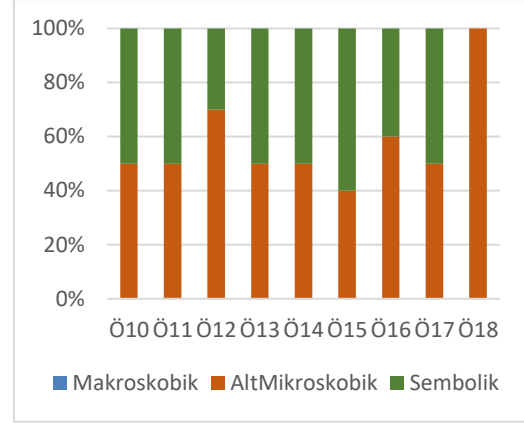


Şekil 4.19: Öğretmen adaylarının Kart I'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.19'da altmikroskopik ve sembolik gösterimlerini içeren I kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.19'daki grafiklere göre; I kartının üçüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö1, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8 ve Ö9 altmikroskopik ve sembolik gösterimler içerdiğini, Ö2 ve Ö3 kodlu öğretmen adayları ise tanecik modellerini gösterdiği için yalnızca altmikroskopik gösterimler içerdiğini düşünmektedirler. dördüncü sınıf öğretmen adaylarına bakıldığında, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17 I kartının altmikroskopik ve sembolik gösterim içerdiğini belirtirken, Ö18 kodlu öğretmen adayı elementlerin sembollerine yer verdiği için yalnızca sembolik gösterim içerdiğini belirtmiştir.



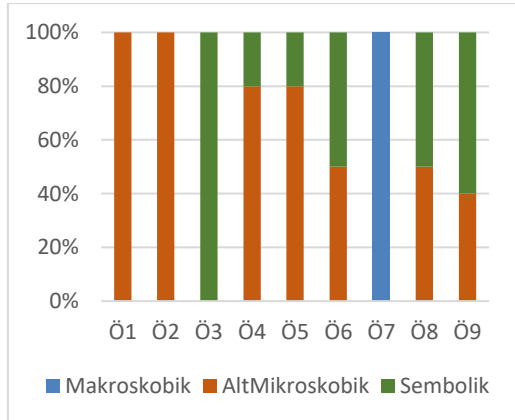
(a)



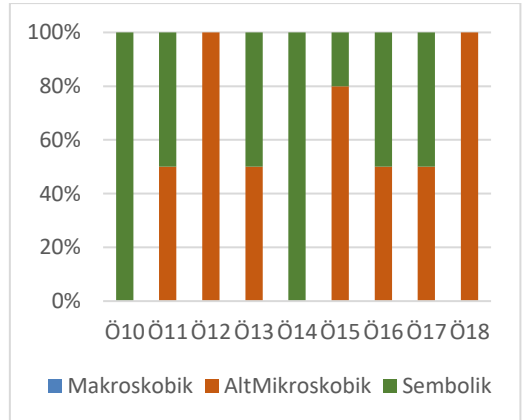
(b)

Şekil 4.20: Öğretmen adaylarının Kart P’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.20’de altmikroskobik ve sembolik gösterimlerini içeren P kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.20’deki grafiklerden P kartının; üçüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö1, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9 ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16 ve Ö17 altmikroskobik ve sembolik gösterimler içerdiğini düşündükleri görülmektedir. Bunun yanında, Ö13 kodlu öğretmen adayı P kartı hibrit bir gösterim içermemesine rağmen iç içe geçmiş gösterimlerden oluştuğunu ifade ederek bu kartın hibrit bir gösterim olduğunu vurgulamıştır. Diğer öğretmen adaylarından Ö2, Ö3 ve Ö18 kodlu öğretmen adayları ise görselde yer alan tanecikleri ifade ederek P kartının yalnızca altmikroskobik gösterim içerdiğini belirtmektedir.



(a)



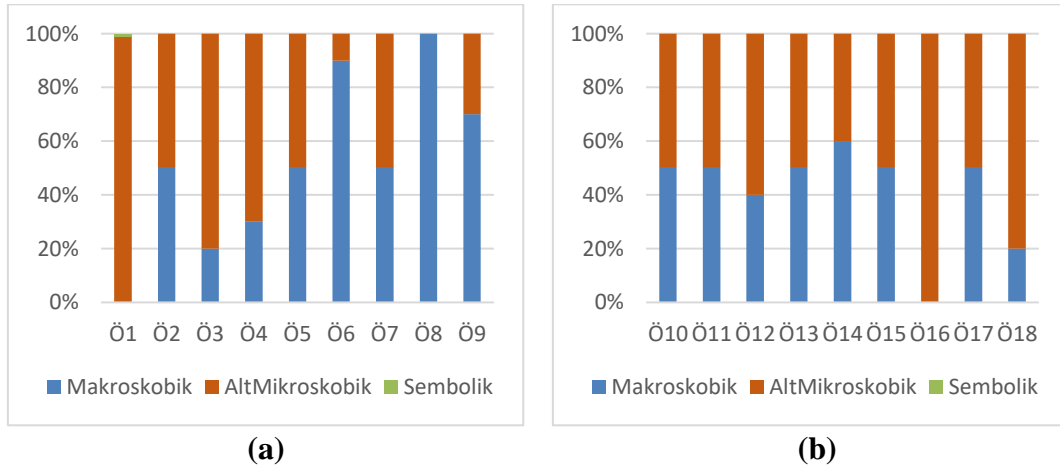
(b)

Şekil 4.21: Öğretmen adaylarının Kart Ş’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.21’de altmikroskopik ve sembolik gösterimlerini içeren Ş kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.21’den, Ş kartını üçüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9 ile dördüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö11, Ö13, Ö15, Ö16 ve Ö17 kodlu öğretmen adayları altmikroskopik ve sembolik gösterimler içerdiğini düşündükleri görülmektedir. Ş kartını, Ö1, Ö2, Ö12 ve Ö18 kodlu öğretmen adayları moleküllerin üç boyutlu yapısını gördükleri için yalnızca altmikroskopik, Ö3, Ö10 ve Ö14 kodlu öğretmen adayları element sembolleri yer aldığı için yalnızca sembolik ve Ö7 kodlu öğretmen adayı gözle görülebildiği için yalnızca makroskopik gösterim içerdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Ş kartı hibrit bir gösterim olmamasına rağmen Ö4 kodlu öğretmen adayı gösterimlerin iç içe geçtiğini ifade ederek bu kartın hibrit olduğunu, Ö1 kodlu öğretmen adayı ise karışık bir gösterim olduğunu vurgulamışlardır.

4.1.2.1.6 Makroskopik ve Altmikroskopik Kartlar

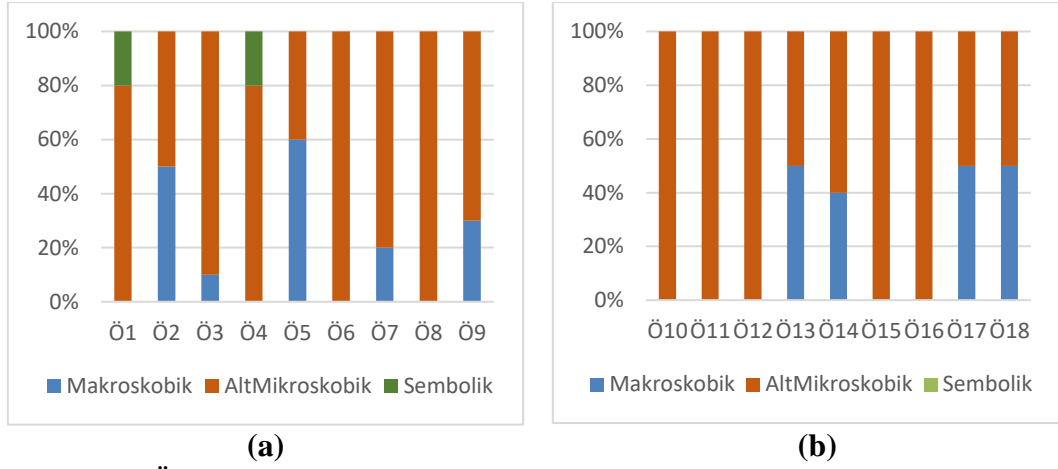
Makroskopik ve altmikroskopik gösterim içeren 3 kart ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerine göre çizilen grafikler ve açıklamalara ait bulgular aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.22: Öğretmen adaylarının Kart I’da yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

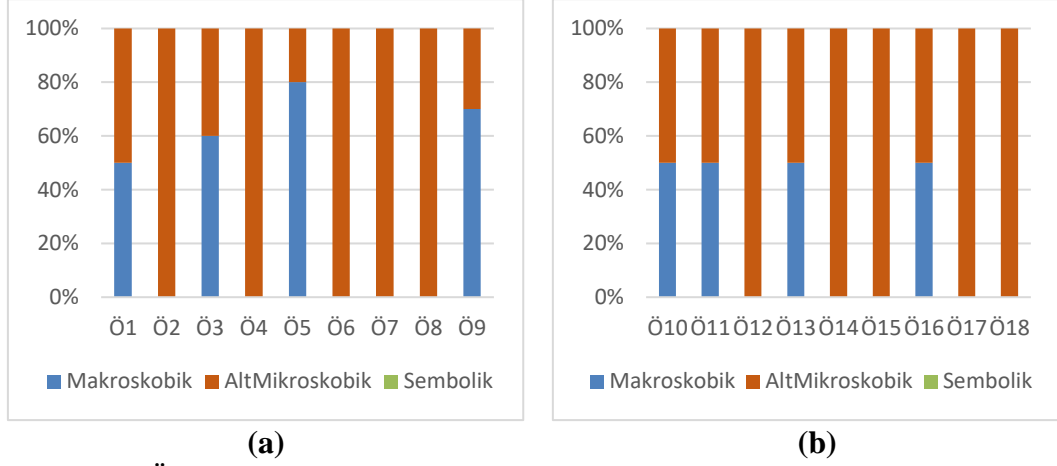
Şekil 4.22’de altmikroskopik ve makroskopik gösterimlerini içeren I kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.22’den I kartını üçüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9 ile dördüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö10, Ö11, Ö12, Ö13), Ö14, Ö15, Ö17,

Ö18 altmikroskopik ve makroskopik gösterim içerdiğini düşündükleri görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarından, Ö1 ve Ö16 kodlu öğretmen adayları I kartının derişik ve seyreltik çözeltideki tanecikleri gösterdiği için yalnızca altmikroskopik bir gösterim olduğunu söylerken Ö8 kodlu öğretmen adayı beherlerin içinde derişik ve seyreltik çözeltiler yer aldığı için yalnızca makroskopik bir gösterim içerdiğini belirtmiştir. Ayrıca I kartı için, Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu üçüncü sınıf öğretmen adayları ile Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17 ve Ö18 kodlu dördüncü sınıf öğretmen adayları doğru bir şekilde hibrit bir gösterim olduğunu ifade edebilmiştir.



Şekil 4.23: Öğretmen adaylarının Kart O'da yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.23'de altmikroskopik ve makroskopik gösterimler içeren O kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Grafiklerden görüldüğü gibi, üçüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö2, Ö3, Ö5, Ö7, Ö9 ile dördüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö13, Ö14, Ö17 ve Ö18 kodlu öğretmen adayları O kartının altmikroskopik ve makroskopik gösterim içerdiğini düşünürken Ö1 ve Ö4 kodlu öğretmen adayları altmikroskopik gösterimin yanında görselin altında yer alan yazıların sembolik gösterimlerde içerdiğini düşünmektedirler. Diğer öğretmen adaylarından Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö15 ve Ö16 kodlu öğretmen adayları görselde yer alan katı, sıvı ve gaz maddelere ait tanecikleri ifade ederek yalnızca altmikroskopik gösterim içerdiğini belirtmişlerdir. Bunun yanında O kartı için Ö1, Ö2, Ö4, Ö5 ve Ö9 kodlu üçüncü sınıf öğretmen adayları ile Ö13, Ö14 ve Ö17 kodlu dördüncü sınıf öğretmen adayları bu kartın hibrit bir gösterim olduğunu ifade edebilmiştir.

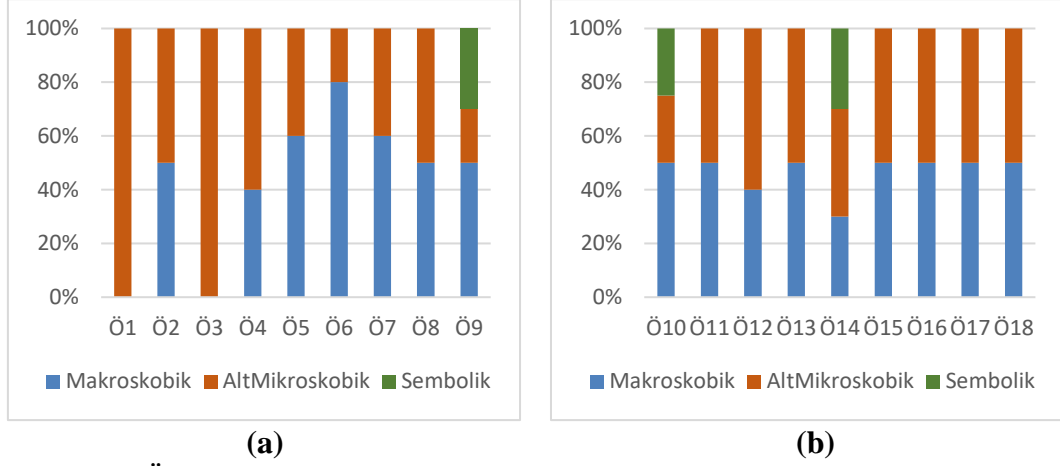


Şekil 4.24: Öğretmen adaylarının Kart V’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.24’de altmikroskobik ve makroskobik gösterimler içeren V kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.24’de görüldüğü gibi, üçüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö1, Ö3, Ö5, Ö9 ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö10, Ö11, Ö13 ve Ö16 kodlu öğretmen adayları V kartının altmikroskobik ve makroskobik gösterimler içerdiğini belirtmişlerdir. Her iki sınıftan kalan diğer öğretmen adayları ise V kartının görselde yer alan tanecikler sebebi ile yalnızca altmikroskobik gösterim içerdiğini düşünmektedir. Bunun yanında, hibrit bir gösterim içermeyen V kartı için, Ö5 kodlu öğretmen adayı bu kartın günlük hayattan bir örnek olduğu için karışık bir gösterim olduğunu düşünürken, Ö11 kodlu öğretmen adayı gösterimler iç içe olduğu için hibrit bir gösterim içerdiğini vurgulamıştır.

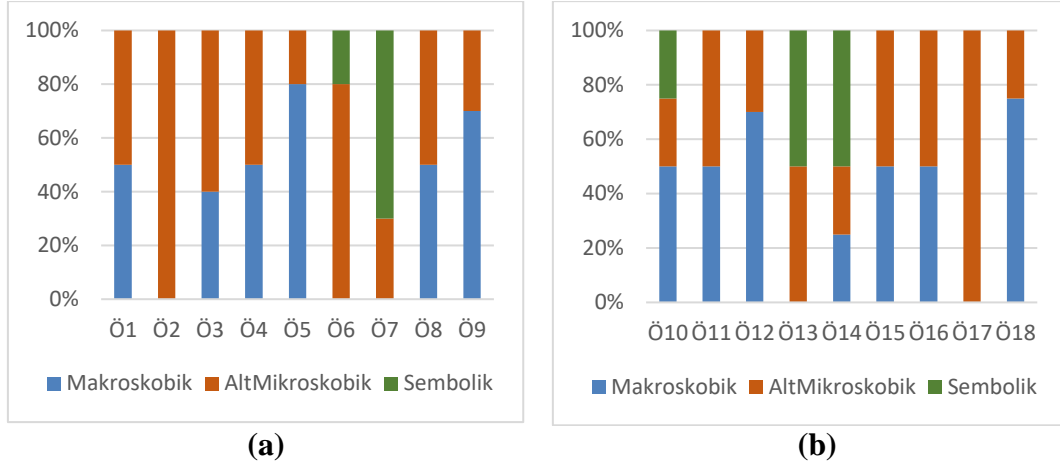
4.1.2.1.7 Makroskobik, Altmikroskobik ve Sembolik Kartlar

Makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterim içeren 3 kart ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerine göre çizilen grafikler ve açıklamalara ait bulgular aşağıda verilmiştir.



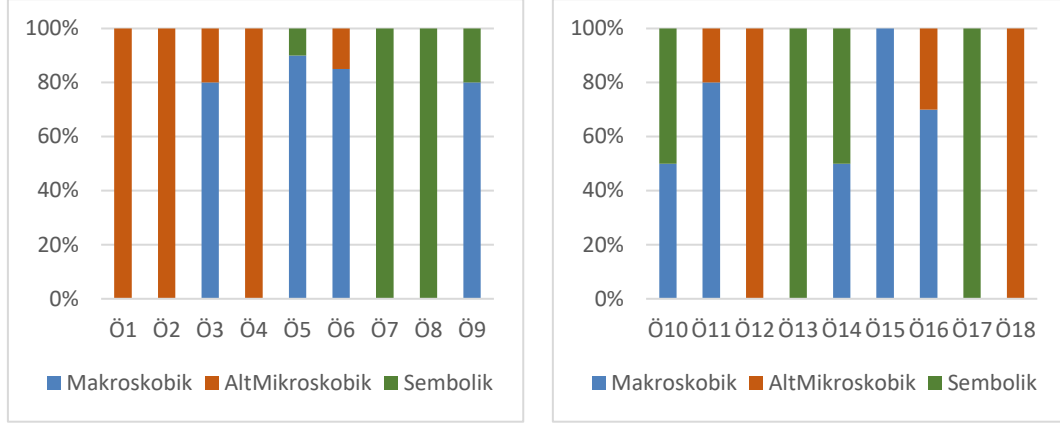
Şekil 4.25: Öğretmen adaylarının Kart J'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.25'de altmikroskobik, sembolik ve makroskobik gösterimler içeren J kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.25'de yer alan grafiklerden, J kartının üçüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö9 ile dördüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö10 ve Ö14 kodlu öğretmen adaylarının makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterimler içerdiğini düşündükleri görülmektedir. J kartının çoklu gösterim içerdiğini düşünen Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17 ve Ö18 kodlu öğretmen adayları görselde çözeltilerin taneciklerini gösterdiği ve bu tanecikleri gözle göremeyeceğimiz için altmikroskobik ve beherlerde yer alan çözeltileri görebildiğimiz için makroskobik gösterimler içerdiğini belirtmişlerdir. Şekil 4.25'den anlaşıldığı üzere sadece Ö1 ve Ö3 kodlu öğretmen adayları J kartının görselde yer alan tanecikleri göremeyeceğimiz için yalnızca altmikroskobik bir gösterim olduğunu düşünmüşlerdir. Hibrit bir gösterim içermeyen J kartı için, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6 ve Ö7 kodlu üçüncü sınıf öğretmen adayları ve Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö14 kodlu dördüncü sınıf öğretmen adayları iç içe birden fazla gösterim içerdiğini düşündükleri için hibrit bir gösterim olduğunu ifade ederken, Ö13 kodlu öğretmen adayı bu kartın karışık bir gösterim olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.26: Öğretmen adaylarının Kart R'de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.26'da altmikroskobik, sembolik ve makroskobik gösterimler içeren R kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.26'dan görüldüğü gibi, sadece Ö10 ile Ö14 kodlu öğretmen adayları R kartının makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterimler içerdiğini belirtmişlerdir. Üçüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9 ile dördüncü sınıf öğretmen adaylarından Ö11, Ö12, Ö15, Ö16 ve Ö18 kodlu öğretmen adayları kartın demirin paslanması için meydana gelen yanma tepkimesinde yer alan atomları gösterdiği için altmikroskobik ve paslanmış demiri gözle görebildiğimiz için makroskobik gösterime sahip olduğunu düşünmüşlerdir. Bunun yanında çoklu gösterim olduğunu düşünen Ö6, Ö7 ve Ö13 kodlu öğretmen adayları ise görselde yer alan tanecikleri gözle göremediğimiz için altmikroskobik ve taneciklerin altında elementlerin sembollerine yer verdiği için sembolik gösterimler içerdiğini belirtmişlerdir. R kartı ile ilgili olarak sadece Ö2 ve Ö17 kodlu öğretmen adayları görsel tanecik modellerini gösterdiği için yalnızca altmikroskobik bir gösterim olduğunu düşünmüşlerdir. Hibrit bir gösterim içermeyen R kartı için, Ö11 ve Ö13 kodlu öğretmen adayları bu kartın iç içe geçmiş gösterimlerden oluştuğu için hibrit bir gösterim, Ö5 kodlu öğretmen adayı karışık bir gösterim olduğunu vurgulamışlardır.



(a)

(b)

Şekil 4.27: Öğretmen adaylarının Kart S’de yer alan gösterimler ile ilgili algıları a) 3. sınıf, b) 4. sınıf.

Şekil 4.27’de altmikroskobik, sembolik ve makroskobik gösterimler içeren S kartı ile ilgili öğretmen adaylarının açıklamalarına göre oluşturulmuş grafikler verilmiştir. Şekil 4.27’den görülebileceği gibi, öğretmen adaylarının hiç biri S kartı ile ilgili üç gösterim içerdiğine dair bir görüş bildirmemiştir. Grafiklerden diğer öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde, S kartı ile ilgili olarak Ö3, Ö6, Ö11 ve Ö16 kodlu öğretmen adayları fırının içinde yer alan tanecikleri gözle göremeyeceğimiz için altmikroskobik ve gözle görebileceğimiz bir deney düzeneği yer aldığı için makroskobik gösterim, Ö5, Ö9, Ö10 ve Ö14 kodlu öğretmen adayları deney düzeneğini görebileceğimiz için makroskobik ve görselde formüllere yer verdiği için sembolik gösterim içerdiğini belirttikleri görülmektedir. S kartının sadece tek bir gösterimi olduğunu düşünen öğretmen adaylarından Ö1, Ö2, Ö4, Ö12 ve Ö18 kodlu öğretmen adayları görselde yer alan molekülleri gözle göremeyeceğimizi ifade ederek yalnızca altmikroskobik gösterim, Ö7, Ö8, Ö13 ve Ö17 kodlu öğretmen adayları formül ve sembollere yer verdiğini ifade ederek yalnızca sembolik gösterim, Ö15 kodlu öğretmen adayı deney düzeneğinde yer alan maddeleri gözle görebileceğimizi ifade ederek yalnızca makroskobik gösterim içerdiğini belirtmişlerdir. Hibrit bir gösterim içeren S kartı için, Ö5, Ö6, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14 ve Ö16 kodlu öğretmen adayları bu kartın hibrit olduğunu belirtmeden çoklu bir gösterim olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarından hiçbiri bu kartın hibrit bir gösterim olduğunu ifade etmemiştir.

4.1.2.2 Öğretmen Adaylarıyla Kimyasal Gösterimlerle İlgili yapılan Görüşmelerin Analizine Ait Bulgular

Öğretmen adaylarıyla kartlarla ilgili yapılan görüşmelerde belirledikleri gösterimlere ait açıklamaları Head, Yoder, Genton ve Sumprel (2017)'in belirlediği kategorilere göre analiz edilerek Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2: Öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik görüşleri.

Kimyasal Gösterimler	Sunulan Gereçekler İçin Açıklayıcı Kodlar	Öğrenci Cevaplarına Yönelik Örnek İfadeler	Katılımcılar		(f)
Makroskobik	Gözle görülebilen nesnelere içerir	“Resimde günlük hayatta kullandığımız elementler verilmiş. Resimdeki elementleri gözümüzle görebiliyoruz. Makroskobik olmalı” (Ö18) (Kart E) “Paslanmış demir var resimde. Görebildiğim bir madde olduğu için makroskobik” (Ö5) (Kart R)	Ö1- Ö9	Ö10- Ö18	18
	Gözlenebilen bir süreci gösterir	“Su ile tepkimeye giren bakır sülfatın beyazdan maviye dönüşme anı var. Deneyi gözlemleyebildiğim için makroskobiktir” (Ö6) (Kart G) “Mıknatıs yaklaştırıldığında bir deney tüpü içinde yer alan katot ışınlarındaki sapmayı görebiliyorum. Gösteri deneyi olduğu için makroskobiktir” (Ö16) (Kart H)	Ö1- Ö9	Ö10- Ö18	18
	Gösterimde tanecikler yoktur	“Resimde maddenin tanecikleri yok. Sadece farklı iki renk var. Bence tanecik olmadığından resim makroskobik” (Ö17) (Kart G)	Ö17		1
	Duyabileceğimiz bir şeydir	“Frekans farklı olan cisimleri seslerinden anlayabiliriz. Hissedebildiğimiz bir şey olduğu için makroskobik” (Ö4) (Kart K)	Ö4		1
Sembolik	Göremeyeceğimiz bir şeyi gösterir	“Günlük hayatta göremeyeceğimiz yapıları yani bağları şematize etmiş. Şema olarak gösterdiği için sembolik olmalı” (Ö14) (Kart Ş)	Ö2 Ö3 Ö7	Ö12 Ö14 Ö16 Ö17 Ö18	8

Tablo 4.2 (devamı)

Sembolik	Eşitlik, formül, sayı, grafik içerir	“Benzenin halkalı yapısı, kapalı formülünü vermiş. Harfler yerine çizgileri olan bir şekil var. Sembolik” (Ö13) (Kart F)	Ö1- Ö9	Ö10- Ö18	18
	Bir sürecin gösterimi (elektronların yeri, kimyasal eşitlikler)	“Farklı moleküllerin lewis yapılarını çizerken elektronların nasıl yerleşmesi gerektiğini göstermiş. Lewis yapı semboliktir” (Ö15) (Kart C) “İyonların ayrılması ve daha sonra birleşmesi ile tuz oluşmasını oklar yardımı ile göstermiş. Bu oklar bence sembolik bir yapıyı ifade eder” (Ö7) (Kart P)	Ö7	Ö15	2
	Verinin gösterimi	“Elektromanyetik spektrum grafiği üzerinde bazı cisimlerin dalga boylarının ve frekansların belli değerleri verilmiş. Bu değerler sembolik olmalı” (Ö9) (Kart K)	Ö3 Ö5 Ö6 Ö7 Ö8 Ö9	Ö10 Ö12 Ö13 Ö14 Ö17	11
	Bilgiyi göstermek için renklerin kullanımı	“Elektromanyetik spektrumda görülebilir ışıklarda var. Grafik üzerinde bu değerleri göstermek için farklı renkler kullanılmış. Renkleri grafik üzerinde verdiği için sembolik olmalı” (Ö15) (Kart K)	-	Ö15	1
	Sembollerin maddenin tanecikli yapısını göstermek için kullanımı	“Resimde moleküllerin üç boyutlu şeklini gösterirken molekül geometrisini çizmiş ve açıları kullanmış. Molekül geometrisi semboliktir” (Ö14) (Kart İ)	Ö1 Ö8 Ö9	Ö10 Ö11 Ö13 Ö16	7
	Alt mikroskopik	Bir atom veya molekülün varlığı	“Yanma tepkimesi esnasında molekülleri gözle göremem. Oksijen molekülü ile tepkimeye giren demir molekülünü göstermiş. Moleküllerin birleşmesi ile demirin paslanma olayını anlatmış” (Ö9) (Kart R)	Ö1 Ö2 Ö3 Ö5 Ö6 Ö7 Ö8 Ö9	Ö10- Ö18
Tanecik seviyesinde bir şeyle bağlantı kurma		“Bir maddenin üç farklı hali var. Katı, sıvı, gaz hallerin taneciklerini ve aralarındaki uzaklığı göstermiş” (Ö1) (Kart V)	Ö1- Ö9	Ö10- Ö18	18

Tablo 4.2’de görüldüğü gibi, öğretmen adayları görselleri yorumlarken ön bilgilerine dayalı olarak yapılan görüşmelerde kullandıkları ifadeleri kullansalar da bu kez açıklamalarında kimyasal gösterimlere de yer vermişlerdir. Tablo 4.2

incelendiğinde, öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalarda makroskobik gösterimle ilgili açıklayıcı kodların hepsinin ortaya çıktığı görülmektedir. “Gözlemlenebilir nesnelere içerir” ve “gözlemlenebilir bir süreci gösterir” şeklindeki kodlar tüm öğretmen adaylarının yanıtlarında ortaya çıkarken “gösterimde tanecikler yoktur” ve “duyabileceğimiz bir şeydir” şeklindeki kodlar sadece Ö4 ve Ö17 kodlu öğretmen adayının yanıtlarında ortaya çıkmıştır. Tablo 4.2’de yer alan diğer bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalarda sembolik gösterimle ilgili açıklayıcı kodların hepsinin ortaya çıktığı görülmektedir. “Eşitlik, formül, sayı ve grafik içerir” şeklindeki kod tüm öğretmen adaylarının yanıtlarında ortaya çıkarken, “verinin gösterimi” şeklindeki kod, 11 öğretmen adayı, “göremeyeceğimiz bir şeyi gösterir” şeklindeki kod, 8 öğretmen adayı, “sembollerin maddenin tanecikli yapısını göstermek için kullanımı” şeklindeki kod, 7 öğretmen adayı, “bir sürecin bir gösterimi” ve “bilgiyi göstererek sunmak için renklerin kullanımı” şeklindeki kodlar ise sadece birer öğretmen adayının yanıtlarında ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde altmikroskobik gösterimle ilgili açıklayıcı kodların hepsinin öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalarda ortaya çıktığı Tablo 4.2’de görülmektedir. “Tanecik seviyesinde bir şeyle bağlantı kurma” şeklindeki kod tüm öğretmen adaylarının yanıtlarında ortaya çıkarken “bir atom veya molekülün varlığı” şeklindeki kod, 17 öğretmen adayının yanıtlarında ortaya çıkmıştır.

4.2 Ders Kitaplarının Analizine Yönelik Bulgular

Bu bölümde, öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri süre boyunca kullandıkları Genel Kimya 1 ve Genel Kimya 2 kitaplarında yer alan kimyasal gösterimlerin Gkitzia ve diğerleri (2011) tarafından geliştirilen rubriğe göre analizine ait bulgular verilmiştir. Genel Kimya 1 ve Genel Kimya 2 kitabının analizlerine yönelik bulgular ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

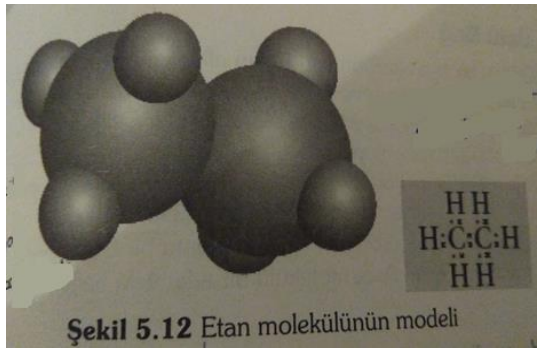
4.2.1 Genel Kimya 1 Kitabının Analizine Yönelik Bulgular

Genel Kimya 1 kitabının analizine yönelik olarak elde edilen bulgular Tablo 4.3’de verilmiştir.

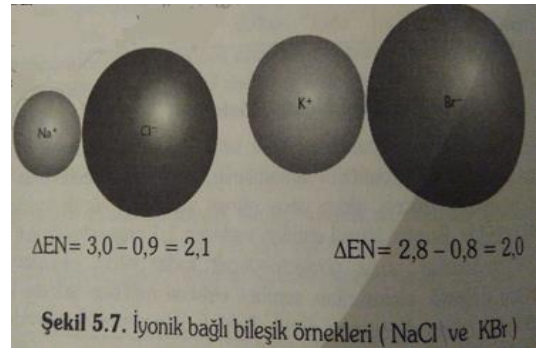
Tablo 4.3: Genel Kimya 1 ders kitabında yer alan kimyasal gösterimlerin analizi.

Kriter	Her kriter için tipoloji	1.B	2.B	3.B	4.B	5.B	6.B	7.B	8.B	(f)	(%)
Gösterimlerin Tipi	Makroskobik	6	-	3	-	4	-	1	3	17	%15,6
	Altmikroskobik	-	-	8	-	-	-	2	6	16	%14,7
	Sembolik	-	-	5	4	3	6	6	4	28	%25,7
	Çoklu	3	-	3	2	7	1	9	2	27	%24,8
	• Mak+Altm	-	-	-	-	-	-	1	-	1	%3,7
	• Mak+Sem	3	-	2	-	-	-	7	-	12	%44,4
	• Alt+Sem	-	-	-	2	6	1	1	2	12	%44,4
	• Mak+Mik+Sem	-	-	1	-	1	-	-	-	2	%7,5
	Hibrit	1	-	-	-	8	-	8	2	19	%17,4
	• Mak+Altm	1	-	-	-	-	-	5	1	7	%36,8
	• Mak+Sem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	• Alt+Sem	-	-	-	-	8	-	-	-	8	%42,1
	• Mak+Mik+Sem	-	-	-	-	-	-	3	1	4	%21,1
Karışık	-	-	-	-	2	-	-	-	2	%1,8	
Toplam		10	-	19	6	24	7	26	17	109	%100
Yüzey Özelliklerinin Yorumlanması	Açık	1	-	11	4	7	-	7	6	36	%33
	Örtülü	7	-	7	2	12	7	16	6	57	%52,3
	Belirsiz	2	-	1	-	5	-	3	5	16	%14,7
Metinle İlişkisi	Tam.İlişkili ve Bağlantılı	1	-	8	2	19	-	6	11	47	%43,1
	Tam.İlişkili ve B.sız	3	-	-	-	-	-	6	-	9	%8,3
	Kı.s. İlişkili ve Bağlantılı	1	-	3	3	5	6	1	5	24	%22
	Kı.s. İlişkili ve B.sız	3	-	3	-	-	1	9	-	16	%14,7
	İlişkisiz	2	-	5	1	-	-	4	1	13	%11,9
Altyazıların Özellikleri	Uygun Altyazı	3	-	8	4	15	6	14	9	59	%54,1
	Problemlı Altyazı	7	-	11	2	9	1	12	8	50	%45,9
	Altyazı yok	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çoklu Gösterimi Oluşturan Bileşenler Arasındaki Korelasyon Derecesi	Yeterince Bağlantılı	2	-	1	1	6	-	8	-	18	%39,1
	Yetersiz Bağlantı	2	-	2	1	9	1	9	4	28	%60,9
	Bağlantı Yok	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.3 incelendiğinde, öğretmen adaylarının kimya derslerinde kullandığı Genel Kimya 1 kitabında yer alan gösterimler tipine göre analiz edildiğinde, kitapta yer alan gösterimlerin %15,6 makroskobik, %14,7 altmikroskobik, %25,7 sembolik gösterim içerdiği görülürken, %24,8 çoklu, %17,4 hibrit ve %1,8 karışık gösterimlere sahip olduğu görülmektedir. Tablo 4.3'deki bu bulgular ders kitabında en fazla oranla sembolik gösterimlerin (grafik, sembol) olduğunu göstermektedir. Ders kitabında ikinci olarak çoklu gösterimlerin (%24,8) olduğu görülmektedir. Çoklu gösterimlerin, %44,4'ü makroskobik ve sembolik, %3,7'si makroskobik ve altmikroskobik, %44,4'ü altmikroskobik ve sembolik (a) gösterimleri içerirken, %7,5'i her üç gösterimi de içermektedir. Hibrit gösterimlerin ise %36,8'i makroskobik ve altmikroskobik, %42,1'i altmikroskobik ve sembolik (b) gösterimleri içerirken, %21,1'i her üç gösterimi de içermektedir. Makroskobik ve sembolik gösterimleri içeren hibrit gösterim bulunmamaktadır.



(a)

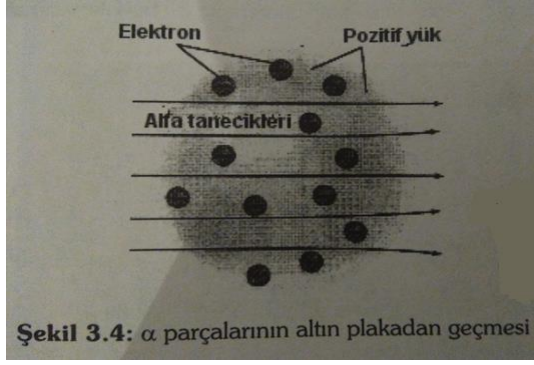


(b)

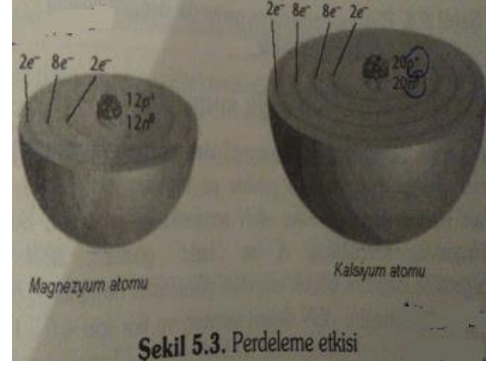
Şekil 4.28: (a) Çoklu Gösterim (Altm+Sem) Örneği ve (b) Hibrit Gösterim (Altm+Sem) örneği.

Şekil 4.28'deki görseller incelendiğinde; Şekil 5.12'nin (a) etan molekülünün alan doldurma modelini belirttiği için altmikroskobik, lewis formülünü içerdiği için sembolik gösterim olduğu ve iki gösterimi birden içerdiği için çoklu bir gösterime sahip olduğu görülürken, Şekil 5.7'nin (b) sodyum ve klor iyonlarını tanecik boyutunda gösterdiği için altmikroskobik, bu iyonların sembollerine yer verdiği için sembolik olduğu ve iki gösterimi iç içe geçmiş şekilde gösterdiği için hibrit bir gösterime sahip olduğu belirlenmiştir.

Yüzey özelliklerinin yorumlanması kriterine yönelik olarak ders kitaplarında yer alan görseller incelendiğinde görsellerin, %33'ünün açık (a), %52,3'ünün örtük (b) olduğu görülürken %14,7'sinin belirsiz (c) olduğu görülmektedir.



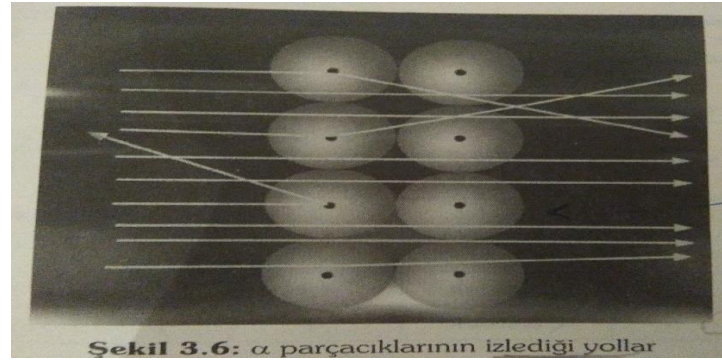
Şekil 3.4: α parçalarının altın plakadan geçmesi



Şekil 5.3. Perdeleme etkisi

(a)

(b)



Şekil 3.6: α parçacıklarının izlediği yollar

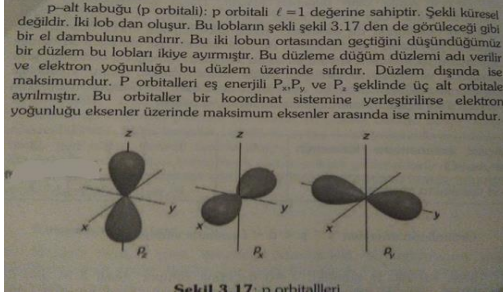
(c)

Şekil 4.29: (a) Açık yüzey özelliği örneği, (b) örtük yüzey özelliği örneği ve (c) belirsiz yüzey özelliği örneği.

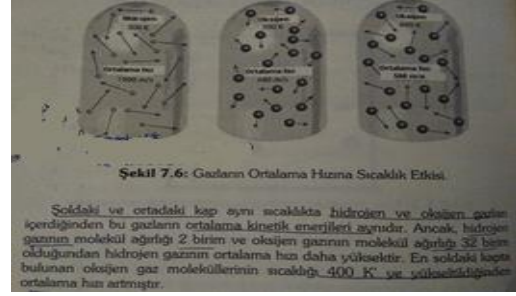
Şekil 4.29'da yer alan görseller incelendiğinde; Şekil 3.4'de (a) altın plakadan geçen parçacıklara ait verilen görselde görülen alfa tanecikleri, pozitif yükler ve elektronların isimlerine yönelik tek tek açıklamalara yer verildiği için açık yüzey özelliklerine sahiptir. Şekil 5.13 (b) magnezyum ve kalsiyum atomlarına etki eden perdeleme etkisini gösteren görselde elektron, proton ve nötron parçacıklarının isimlerine açıkça yer vermeden sadece sembollerini gösterdiği için örtük yüzey özelliklerine sahiptir. Şekil 3.6 (c) alfa parçacıklarının izlediği yolları gösteren bir görsel olmasına rağmen, görselde hiç bir açıklamaya yer vermediği için belirsiz yüzey özelliklerine sahiptir.

Kitapta yer alan görsellerin metinle ilişkisi incelendiğinde, görsellerden %43,1'inin metin ile ilişkili olduğu ve doğrudan bağlantı kurduğu (a) görülürken, %8,3'ünün metin ile ilişki olsada doğrudan bağlantı kurmadığı (b) belirlenmiştir. Görsellerden, %22'sinin metin ile kısmen ilişkili olduğu ve doğrudan bağlantı

kurduğu (c) görülürken, %14,7'sinin metin ile kısmen ilişkili olduğu fakat doğrudan bağlantı kuramadığı (d) belirlenmiştir. Görsellerin %11,9'unun ise metin ile tamamen ilişkisiz (e) olduğu belirlenmiştir.



(a)

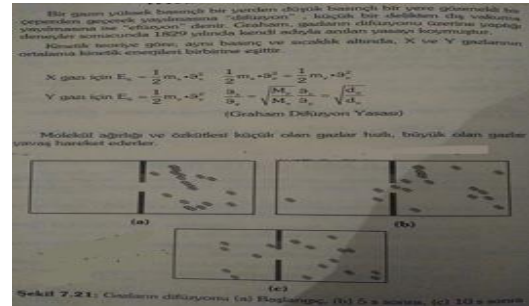


(b)

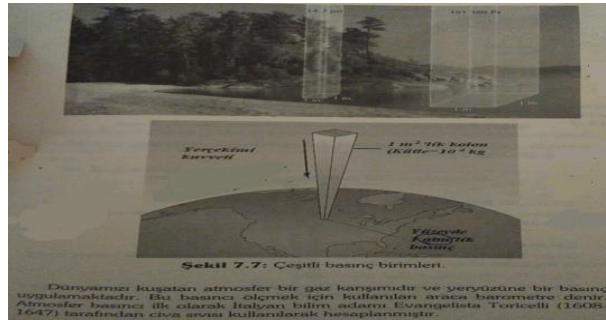
Şekil 4.2: İkinci periyot elementlerinin atom numaralarına bağlı olarak valans yarıçaplarının değişimini göstermektedir.

Atom Numarası	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
11	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
19	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
27	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

(c)



(d)



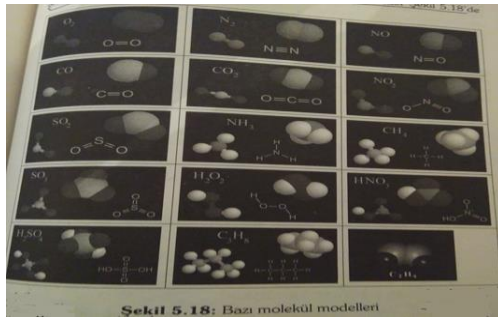
(e)

Şekil 4.30: (a) Metin ile tamamen ilişkili ve bağlantılı görsel örneği, (b) metin ile tamamen ilişkili ve bağlantısız görsel örneği, (c) metin ile kısmen ilişkili ve bağlantılı görsel örneği, (d) metin ile kısmen ilişkili ve bağlantısız görsel örneği ve (e) ilişkisiz görsel örneği.

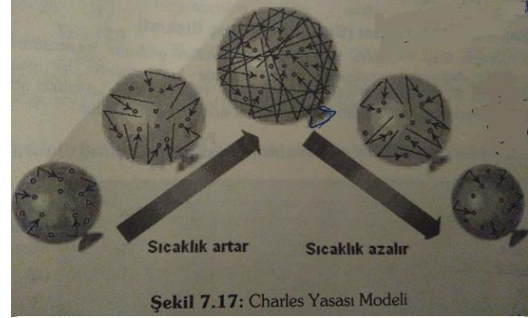
Şekil 4.30'da yer alan görseller incelendiğinde; Şekil 3.17'de (a) yer alan görsele ait metinde p orbitalerinin yapısından ve alabileceği alt orbitallerden bahsedilmiştir ve metin okuyucuyu görsele yönlendirerek metin ve görsel arasında

bağlantı kurabilmiştir. Şekil 7.6'da (b) hidrojen ve oksijen gazlarının molekül ağırlıklarının ve sıcaklıklarının hızlarını nasıl etkileyebileceğine yönelik karşılaştırma yapılan bir metin yer almaktadır. Metin görseli tam olarak açıklayabilsede, okuyanı görsele doğrudan yönlendirememektedir. Şekil 4.2'de (c), metin ikinci periyot elementlerinin atom numaralarına bağlı olarak yarıçaplarındaki değişimden söz etse de görselde diğer periyot elementleride yer almaktadır. Metin okuyanı doğrudan görsele yönlendirebilse ve görsel ile alakalı açıklamalar bulunsa da, bu açıklamalar yetersiz kalmaktadır. Şekil 7.21'de (d) yer alan görsele ait metinde hem difüzyon hem efüzyona ait açıklamalar yer alırken, görsel yalnızca difüzyona ait bilgi vermektedir. Metin okuyanı görsele yönlendiremezken, görselde tam olarak metni açıklayamamaktadır. Şekil 7.7'de (e) yer alan görsele ait metinde atmosfer basıncından ve bu basıncı ölçmek için kullanılan aletlerden bahsedilmesine rağmen, görselde basınç birimlerinden bahsedilmektedir. Bu nedenle görsel ile metin arasında bağlantı kurulamamaktadır.

Genel kimya 1 ders kitabında yer alan görseller altyazıların özelliklerine göre incelendiğinde, bu görsellerden %54,1'inin açık, kapsamlı ve anlaşılır bir altyazıya (a) sahip olduğu görülürken, %45,9'unun problemlili alt yazıya (b) sahip olduğu görülmüştür.



(a)



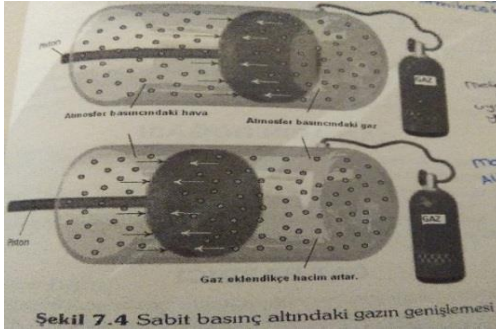
(b)

Şekil 4.31: (a) Uygun altyazı örneği ve (b) problemlili altyazı örneği.

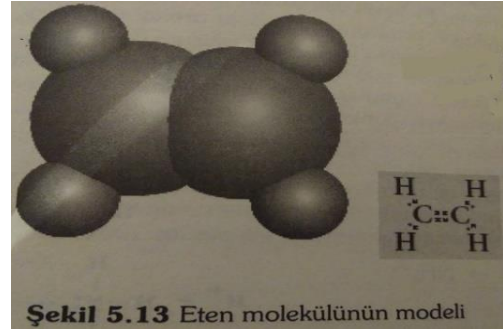
Şekil 4.31'de yer alan görseller incelendiğinde; Şekil 5.18'de çeşitli moleküllere yönelik molekül alan modelleri verilmiştir ve görselin altında yer alan altyazı, görselin bazı molekül modellerine ait olduğunu belirterek kısa, açık ve anlaşılır şekilde görsele yönlendirebilmiştir. Şekil 7.17'de yer alan görselde sabit

basınç altında gazların sıcaklığına bağlı olarak hacminde doğru orantılı olarak değiştiğini anlatan Charles yasası modeline bir örnek verilmiştir. Görsele ait altyazıda sadece yasanın ismi yer alıp herhangi bir açıklamaya yer verilmediği için görselin tam olarak neyi anlattığı belli değildir.

Çoklu gösterim içeren görsellerde yer alan gösterimler arasındaki korelasyon incelendiğinde, görsellerin %39,1'inin gösterimler arasında yeterli derecede bağlantı kurabilirken (a), %60,9'unun yeterli bağlantıyı kuramadığı (b) belirlenmiştir.



(a)



(b)

Şekil 4.32: (a) Çoklu gösterimler (Mak+Altm) arasında yeterli bağlantıya sahip görsel örneği ve (b) çoklu gösterimler (Alt+Sem) arasında yeterli bağlantıya sahip olmayan görsel örneği.

Şekil 4.32'de yer alan görseller incelendiğinde; Şekil 7.4'de (a), gaz miktarının artmasıyla gazın hacminde arttığını anlatan görsel yer almaktadır. Görsele, gözle göremeyeceğimiz gaz tanecikleri yer aldığı için altmikroskopik, içinde gaz bulunan tüpü gözle görebileceğimiz için makroskopik bir gösterim yer almaktadır ve bu iki gösterim birbiriyle bağlantılı olarak verilmektedir. Şekil 5.13'de (b), etan molekülünün alan doldurma modelini verildiği için altmikroskopik, lewis formülünü içerdiği için sembolik bir gösterim yer almaktadır fakat bu iki gösterim arasında bağlantı kurulmamıştır.

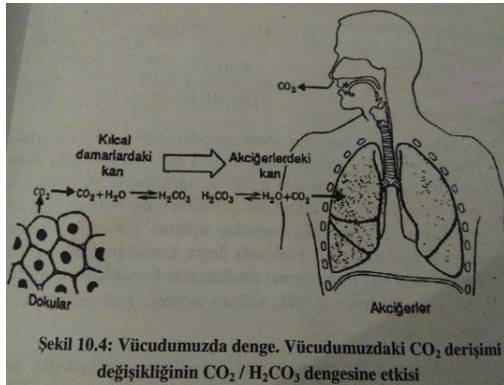
4.2.2 Genel Kimya 2 Kitabının Analizine Yönelik Bulgular

Genel Kimya 2 kitabının analizine yönelik olarak elde edilen bulgular Tablo 4.4'de verilmiştir.

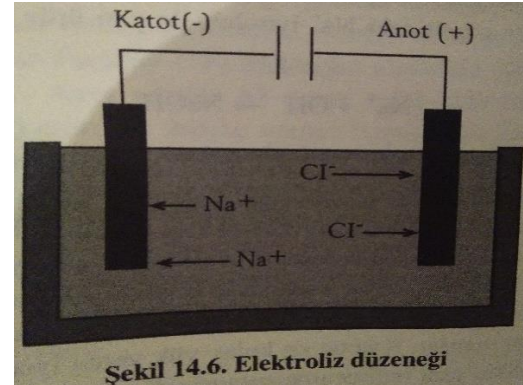
Tablo 4.4: Genel Kimya 2 ders kitabında yer alan kimyasal gösterimlerin analizi.

		9.B	10.B	11. B.	12.B	13.B	14.B	(f)	(%)
Gösterimlerin Tipi	Makroskobik	4	2	2	9	2	3	22	%36,7
	Altmikroskobik	-	-	1	-	-	-	1	%1,7
	Sembolik	1	1	7	3	4	-	16	%26,6
	Çoklu	1	1	1	4	2	8	17	%28,3
	• Mak+Altm	-	-	-	-	-	-	-	-
	• Mak+Sem	-	1	1	2	-	7	11	%64,6
	• Alt+Sem	1	-	-	1	1	-	3	%17,7
	• Mak+Mik+Sem	-	-	-	1	1	1	3	%17,7
	Hibrit	2	-	-	1	-	1	4	%6,7
	• Mak+Altm	-	-	-	-	-	-	-	-
	• Mak+Sem	-	-	-	1	-	1	2	%50
	• Alt+Sem	2	-	-	-	-	-	2	%50
	• Mak+Mik+Sem	-	-	-	-	-	-	-	-
	Karışık	-	-	-	-	-	-	-	-
	Toplam	8	4	11	17	8	12		%100
Yüzey Özelliklerinin Yorumlanması	Açık	4	2	-	7	1	5	19	%31,7
	Örtülü	2	2	9	7	7	5	32	%53,3
	Belirsiz	2	-	2	3	-	2	9	%15
Metinle İlişkisi	Tam. İlişkili ve Bağlantılı	4	4	6	17	-	8	39	%65
	Tam. İlişkili ve Bağlantısız	-	-	-	-	1	2	3	%5
	Kıs.İlişkili ve Bağlantılı	4	-	4	-	-	2	10	%16,7
	Kıs. İlişkili ve Bağlantısız	-	-	1	-	7	-	8	%13,3
	İlişkisiz	-	-	-	-	-	-	-	-
Altyazıların Özellikleri	Uygun Altyazı	3	4	10	12	3	9	41	%68,3
	Problemlı Altyazı	5	-	1	5	5	3	19	%31,7
	Altyazı yok	-	-	-	-	-	-	-	-
Çoklu Gösterimi Oluşturan Bileşenler Arasındaki Korelasyon Derecesi	Yeterince Bağlantılı	2	1	-	2	-	6	11	%52,4
	Yetersiz Bağlantı	1	-	1	3	2	3	10	%47,6
	Bağlantı Yok	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.4 incelendiğinde, öğretmen adaylarının kimya derslerinde kullandığı Genel Kimya 2 kitabı gösterimlerin tipine göre analiz edildiğinde, kitapta yer alan gösterimlerin %36,7 makroskobik, %1,7 altmikroskobik, %26,6 sembolik gösterim içerdiği görülürken, %28,3 çoklu, %6,7 hibrit gösterim içerdiği ve kitapta karışık gösterimlere yer verilmediği görülmektedir. Tablo 4.4'deki bu bulgular ders kitabında en fazla oranla makroskobik gösterimlerin olduğunu göstermektedir. Ders kitabında ikinci olarak çoklu gösterimlerin (%28,3) olduğu görülmektedir. Çoklu gösterimlerin, %64,6'sı makroskobik ve sembolik (a), %17,7'si altmikroskobik ve sembolik gösterimleri içerirken, %17,7'si her üç gösterimi de içermektedir. Hibrit gösterimlerin ise, %50'si makroskobik ve sembolik (b), %50'si ise altmikroskobik ve sembolik gösterimleri içermektedir. Hem çoklu hem hibrit gösterimlerde makroskobik ve altmikroskobik gösterimlerin bir arada yer aldığı görseller bulunmazken, hibrit gösterimlerde üç gösteriminde yer aldığı görsel bulunmamaktadır.



(a)



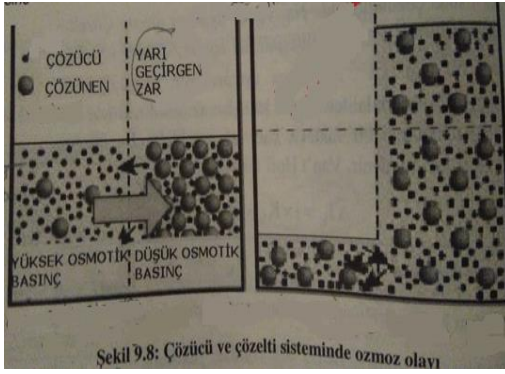
(b)

Şekil 4.33: (a) Çoklu Gösterim (Mak+Sem) Örneği ve (b) Hibrit Gösterim (Mak+Sem) örneği.

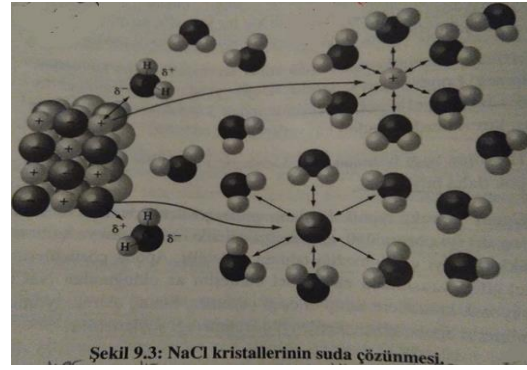
Şekil 4.33'deki görseller incelendiğinde; Şekil 10.4'ün (a) vücutumuzda yer alan dokuları ve insan vücudunu gösterdiği için makroskobik, bileşik formüllerine yer verdiği için sembolik gösterim olduğu ve iki gösterimi birden içerdiği için çoklu bir gösterime sahip olduğu görülürken, Şekil 14.6'nın (b) sodyum ve klor iyonlarının elektroliz düzeneğinde katot ve anot yönelimlerini gösterdiği için makroskobik, bu

iyonların sembollerine yer verdiği için sembolik olduğu ve iki gösterimi iç içe geçmiş şekilde gösterdiği için hibrit bir gösterime sahip olduğu belirlenmiştir.

Yüzey özelliklerinin yorumlanması kriterine yönelik olarak ders kitabında yer alan görseller incelendiğinde görsellerin, %31,7'sinin açık (a), %53,3'ünün örtük (b) olduğu görülürken %15'inin belirsiz (c) olduğu görülmektedir.



(a)



(b)



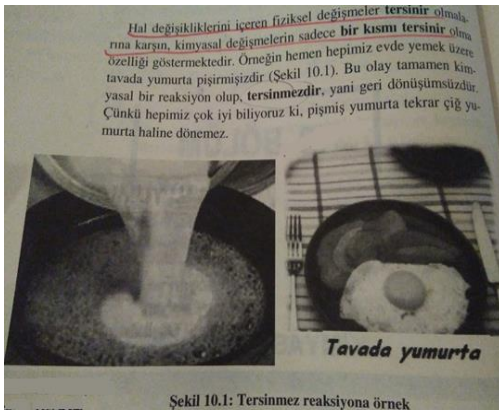
(c)

Şekil 4.34: (a) Açık yüzey özelliği örneği, (b) örtük yüzey özelliği örneği ve (c) belirsiz yüzey özelliği örneği.

Şekil 4.34'de yer alan görseller incelendiğinde; Şekil 9.8'de (a) çözücü ve çözelti sisteminden oluşan deney düzeninde osmoz olayını anlatan görselde görülen çözücü, çözünen ve yarı geçirgen zarı belirterek, maddeler ile alakalı tek tek açıklamalara yer verildiği için açık yüzey özelliklerine sahiptir. Şekil 9.3 (b) sodyum ve klor atomlarının su içerisinde çözünmesini gösteren görselde, verilen atomlardan hangisinin sodyum, hangisinin klor atomu olduğunu belirtilmediği ve isimlerine açıkça yer verilmediği için örtük yüzey özelliklerine sahiptir. Şekil 9.1 (c) derişik ve

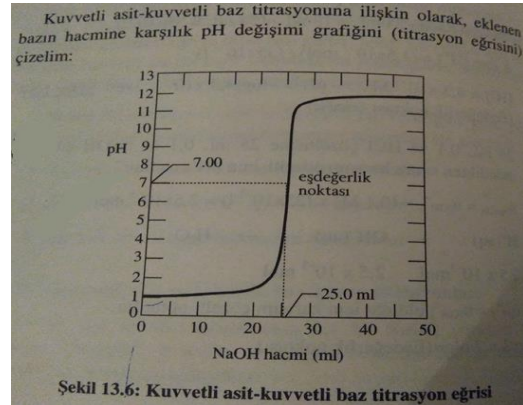
seyreltik çay çözeltilisini gösteren bir görsel olmasına rağmen, görselde bu çözeltilere yönelik hiç bir açıklamaya yer verilmediği için belirsiz yüzey özelliklerine sahiptir.

Kitapta yer alan görsellerin metinle ilişkisi incelendiğinde, görsellerden %65'inin metin ile ilişkili olduğu ve doğrudan bağlantı kurduğu (a) görülürken, %5'inin metin ile ilişkili olsada doğrudan bağlantı kurmadığı (b) belirlenmiştir. Görsellerden %16,7'sinin metin ile kısmen ilişkili olduğu ve doğrudan bağlantı kurduğu (c) görülürken, %13,3'ünün metin ile kısmen ilişkili olduğu fakat doğrudan bağlantı kurmadığı (d) belirlenmiştir.



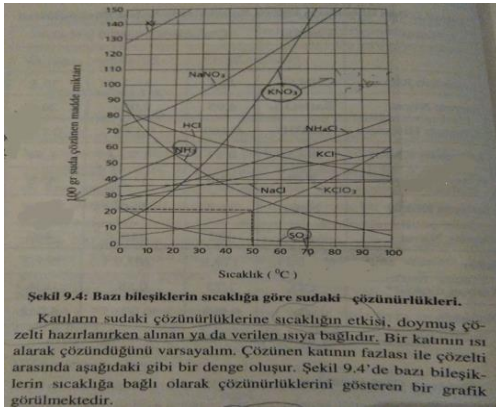
Şekil 10.1: Tersinmez reaksiyona örnek

(a)



Şekil 13.6: Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyon eğrisi

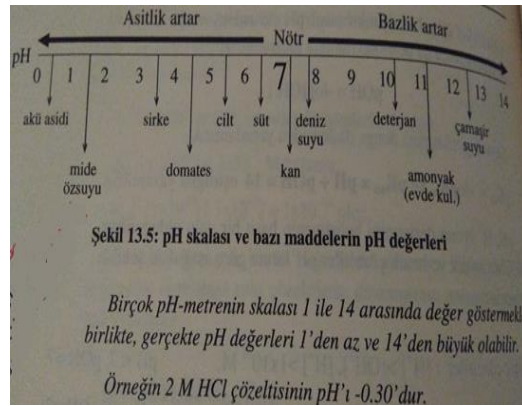
(b)



Şekil 9.4: Bazı bileşiklerin sıcaklığa göre sudaki çözünürlükleri.

Katıların sudaki çözünürlüklerine sıcaklığın etkisi, doymuş çözelti hazırlanırken alınan ya da verilen ısıya bağlıdır. Bir katının ısı olarak çözüldüğünü varsayalım. Çözünen katının fazlası ile çözelti arasında aşağıdaki gibi bir denge oluşur. Şekil 9.4'de bazı bileşiklerin sıcaklığa bağlı olarak çözünürlüklerini gösteren bir grafik görülmektedir.

(c)



Şekil 13.5: pH skalası ve bazı maddelerin pH değerleri

Birçok pH-metrenin skalası 1 ile 14 arasında değer göstermekte birlikte, gerçekte pH değerleri 1'den az ve 14'den büyük olabilir.

Örneğin 2 M HCl çözeltisinin pH'ı -0.30'dur.

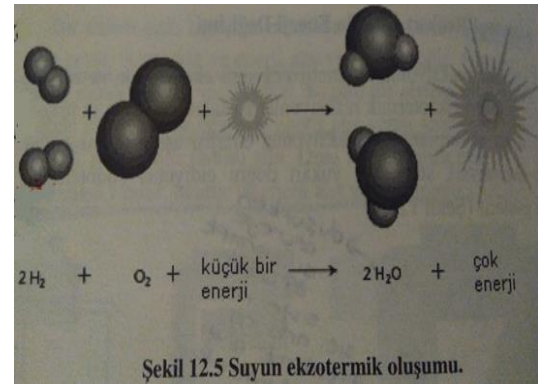
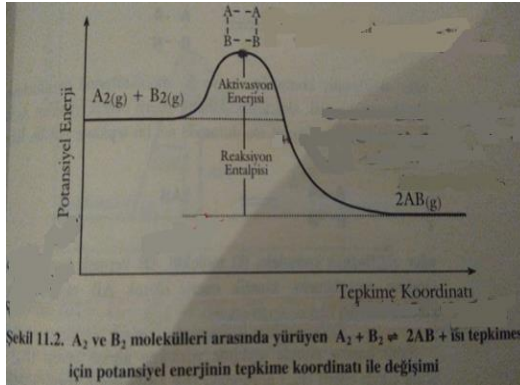
(d)

Şekil 4.35: (a) Metin ile tamamen ilişkili ve bağlantılı görsel örneği, (b) metin ile tamamen ilişkili ve bağlantısız görsel örneği, (c) metin ile kısmen ilişkili ve bağlantılı görsel örneği, (d) metin ile kısmen ilişkili ve bağlantısız görsel örneği.

Şekil 4.35'de yer alan görseller incelendiğinde; Şekil 10.1'de (a) yer alan görsele ait metinde kimyasal değişimlerin çoğunun tersinmez bir reaksiyon olduğuna

yönelik açıklamalar yer almaktadır ve metin okuyucuyu görsele yönlendirerek metin ve görsel arasında bağlantı kurabilmiştir. Şekil 13.6'da (b) kuvvetli asit ve kuvvetli baz titrasyonunda bazın hacminin pH değişimine etkisine yönelik açıklamanın yer aldığı bir metin yer almaktadır. Metin görseli tam olarak açıklayabilsede, okuyanı görsele doğrudan yönlendirememektedir. Şekil 9.4'de (c), bazı bileşiklerin sıcaklık etkisiyle sudaki çözünürlüklerini anlatan bir metin yer alsada görselde yer alan bileşiklerin isimlerine metinde yer verilmemektedir. Metin okuyanı doğrudan görsele yönlendirebilse ve görsel ile alakalı açıklamalar bulunsa da, bu açıklamalar yetersiz kalmaktadır. Şekil 13.5'de (d) yer alan görsele ait metinde pH skalasında yer alabilecek değerlere yönelik açıklamalar yer alırken, görsel bu değerlerde yer alabilecek maddelere örnekler vermektedir. Metin okuyanı görsele yönlendiremezken, görselde tam olarak metni açıklayamamaktadır.

Ders kitabında yer alan görselleri altyazıların özellikleri açısından incelendiğinde, bu görsellerden %68,3'ünün açık, kapsamlı ve anlaşılır bir altyazıya (a) sahip olduğu görülürken, %31,7'sinin problemlili alt yazıya (b) sahip olduğu görülmüştür.



(a)

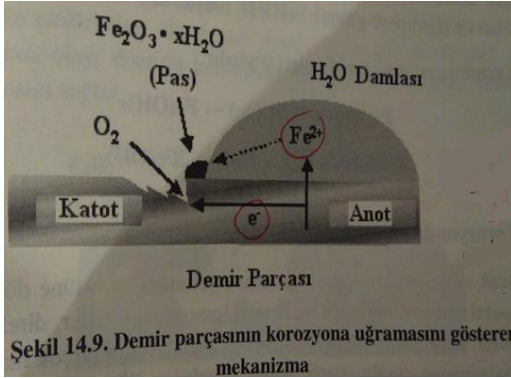
(b)

Şekil 4.36: (a) Uygun altyazı örneği ve (b) problemlili altyazı örneği.

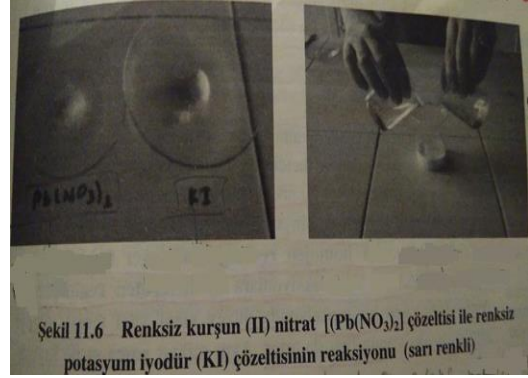
Şekil 4.36'da yer alan görseller incelendiğinde; Şekil 11.2'de ekzotermik bir tepkimede potansiyel enerjinin değişimini gösteren grafik verilmiştir ve görselin altında yer alan altyazı, görselin içerdiği tepkimeyi ve potansiyel enerjideki değişimi gösterdiğini belirterek açık ve anlaşılır şekilde görsele yönlendirebilmiştir. Şekil 12.5'de yer alan görselde ekzotermik bir tepkime ile suyun oluşumunu yer

almaktadır. Görsele ait altyazıda sadece olayın ismi yer alsada suyu oluşturan bileşiklere yönelik herhangi bir açıklamaya yer verilmediği için görselin tam olarak neyi anlattığı belli değildir.

Çoklu gösterim içeren görsellerde yer alan gösterimler arasındaki korelasyon incelendiğinde, görsellerin %52,4'ünün gösterimler arasında yeterli derecede bağlantı kurabilirken (a), %47,6'sının yeterli bağlantıyı kuramadığı (b) belirlenmiştir.



Şekil 14.9. Demir parçasının korozyona uğramasını gösteren mekanizma



Şekil 11.6 Renksiz kurşun (II) nitrat [(Pb(NO₃)₂)] çözeltisi ile renksiz potasyum iyodür (KI) çözeltisinin reaksiyonu (sarı renkli)

(a)

(b)

Şekil 4.37: (a) Çoklu gösterimler (Mak+Sem) arasında yeterli bağlantıya sahip görsel örneği ve (b) çoklu gösterimler (Mak+Sem) arasında yeterli bağlantıya sahip olmayan görsel örneği.

Şekil 4.37'de yer alan görseller incelendiğinde; Şekil 14.9'da (a), korozyona uğrayan demirin bulunduğu görsel yer almaktadır. Görsele, günlük hayatta karşılaştığımız ve gözle görebileceğimiz demir parçası yer aldığı için makroskobik, elementlerin sembolleri gösterildiği için sembolik bir gösterim yer almaktadır ve bu iki gösterim birbiriyle bağlantılı olarak verilmektedir. Şekil 11.6'da (b), kurşun (II) nitrat ve potasyum iyodür çözeltileri gözle görebildiğimiz maddeler olduğu için makroskobik, bu çözeltilerin sembollerine yer verildiği için sembolik bir gösterim yer almaktadır fakat bu iki gösterim arasında bağlantı kurulmamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu araştırmada, fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim görmekte olan üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere yönelik algılarını ve öğretmen adaylarının öğrenimleri süresince kullandıkları genel kimya ders kitaplarındaki kimyasal gösterimlerin özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Buna yönelik olarak araştırma sonuçları aşağıda yer alan 2 ana başlık altında değerlendirilmiştir.

- Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere ilişkin algıları
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının kullandıkları Genel Kimya ders kitaplarının analizi

5.1.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimyasal Gösterimlere İlişkin Algıları

Öğretmen adaylarının kimyasal gösterimlere ilişkin anlama seviyelerini belirlemek amacıyla Chang ve Goldsby (2014) kitabından seçilmiş olan 27 görsel kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarının kimyasal gösterimler ile ilgili ön bilgileri incelendiğinde, kimyanın üçlü gösterimine yönelik herhangi bir bilgiye sahip olmadıkları sadece kartlarda yer alan görselleri tasvir ettikleri, gösterimlerin isimlerine yer vermedikleri ve bu gösterimler arasında bağlantı kuramadıkları belirlenmiştir. Tek bir gösterimin yer aldığı kartları betimlerken kimyasal gösterimlerden yararlanmadıkları belirlenmiştir. Çoklu gösterimlerin yer aldığı kartlarda ise sadece tek bir gösterime yönelik yorum yaptıkları, kimyanın üçlü gösteriminden bahsetmedikleri ve kimyanın üçlü gösterimine yönelik gösterimler arasında herhangi bir ilişki kuramadıkları görülmüştür. Philipp, Johnson ve Yeziarski (2014) derslerin gösterimler çerçevesinde işlense, öğrencilerin gösterimleri

kullanarak kimyasal kavramları tartışıp açıklayamadıklarını belirlemişlerdir. Öğretmen adaylarının ön bilgi düzeylerine bakıldığında araştırma literatürde yer alan diğer çalışmalar ile örtüşmektedir.

Öğretmen adayları kimyasal gösterimler ile alakalı bilgilendirildikten sonra, öğretmen adaylarının genellikle tek bir gösterime sahip olan kartların gösterimlerini belirlemede başarılı oldukları ancak çoklu gösterime sahip kartlarda zorlandıkları görülmüştür. Becker, Stanford, Townsb ve Colea (2015) yaptıkları çalışmada, öğretmen adaylarının birden fazla gösterim içeren yapıları belirlemede zorlandıklarını belirterek bu durumu öğretmen adaylarının kartlar üzerinde çalışırken tek bir gösterime odaklanmasına bağlamışlardır. Öğretmen adaylarının tek bir gösterime sahip olan kartlardan makroskobik gösterim içeren görsellerde daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Bu açıdan araştırma, öğrencilerin makroskobik gösterimlerin varlığını kolayca tespit edebilselerde, sembolik ve altmikroskobik gösterimlerin varlığını tespit etmekte sorunlar yaşadığını belirleyen diğer çalışmalar ile örtüşmektedir. (Hinton ve Nakhleh, 1999; Rahayu ve Kıta, 2010; Jaber ve BouJaoude, 2012; Head, Yoder, Genton ve Sumperl, 2017).

Sadece makroskobik gösterim içeren kartlarla ilgili olarak öğretmen adaylarının çoğunluğunun doğru seçimler yaptığı belirlenirken, bazılarının görselleri çoklu gösterim olarak düşündükleri görülmüştür. Çoklu gösterim olarak düşünen öğretmen adaylarının kartları, makroskobik-altmikroskobik ve makroskobik-sembolik gösterim olarak düşündükleri ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının görsellerde yer alan çözeltileri ve maddelerde meydana gelen renk değişimini görebildikleri için makroskobik gösterim içerdiğini, görsellerde tanecik bulunmamasına rağmen taneciklerin hareketini ve taneciklerin reaksiyondaki dönüşüm olayını gözlemleyemedikleri için altmikroskobik gösterim içerdiğini düşündükleri belirlenmiştir. Bu açıdan çalışma, öğrencilerin kimyasal reaksiyonlarda altmikroskobik seviyede yanlış açıklamalarda bulunduğu diğer çalışmalar ile örtüşmektedir (Hinton ve Nakhleh, 1999; Slapničar, Tompa, Glažar ve Devetak, 2018). Aynı zamanda deney düzeneğini ısı aktarımını temsil eden bir olay olarak ifade ederek sembolik, polistiren kahve kupasını görebildiğimiz ve ısıyı hissedebildiğimiz için makroskobik gösterim olarak düşündükleri ortaya çıkmıştır. Makroskobik gösterim içeren kartları belirlemede dördüncü sınıf öğretmen adaylarının üçüncü sınıf öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu

belirlenmiştir. Rahayu ve Kıta (2010) yaptığı çalışmada, sınıf seviyesi arttıkça makroskobik gösterimi anlama seviyesinde artacağı sonucuna ulaşmıştır. Bu açıdan araştırma, literatürde yer alan çalışma ile örtüşmektedir.

Sadece alt mikroskobik gösterim içeren kartlarla ilgili olarak öğretmen adaylarının çoğunluğu doğru cevap verirken bazılarının çoklu gösterim veya sadece sembolik gösterim olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Çoklu gösterim olarak düşünen öğretmen adaylarının kartları, sembolik-makroskobik, makroskobik-alt mikroskobik, altmikroskobik-sembolik gösterim şeklinde düşündükleri ortaya çıkmıştır. Çoklu gösterim olduğunu düşündükleri görseller ile ilgili olarak öğretmen adaylarının kartlarda yer alan görselleri, gözle göremeyeceğimiz tanecikleri içerdiği için alt mikroskobik gösterim, tüm maddelerin belirli bir şekle sahip olduğu görüşü ile makroskobik gösterim, sayı ve rakam yer almamasına rağmen rakamların yer aldığını ifade ederek sembolik gösterim olarak düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bunun yanında öğretmen adaylarının kartı yalnızca sembolik olarak düşünmelerinin sebebinin, rakam içermeyen kartların altında yer alan harfleri rakam olarak düşünmeleri ile atomların bağlantılarının ve sembol içermeyen taneciklerin sembollerle gösterilmesi varsayımı olduğu görülmüştür. Altmikroskobik gösterim içeren kartları belirlemede dördüncü sınıf öğretmen adaylarının üçüncü sınıf öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Rahayu ve Kıta (2010) yaptığı çalışmada, sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerin altmikroskobik anlama seviyesinde artacağı sonucuna ulaşmıştır. Bu açıdan araştırma literatürde yer alan çalışma ile uyumludur. Nicoll (2003) ise yaptığı çalışmada sınıf seviyesi artsada öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri anlama seviyesinin değişmeyeceği sonucuna ulaşmıştır. Bu açıdan araştırma, literatürde yer alan çalışma ile uyumlu değildir.

Sadece sembolik gösterim içeren kartlarla ilgili olarak öğretmen adaylarının çoğunluğu doğru cevap verirken bazılarının çoklu gösterim veya sadece altmikroskobik gösterim olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Çoklu gösterim olarak düşünen öğretmen adaylarının kartları, makroskobik-sembolik ve sembolik-altmikroskobik gösterim olarak düşündükleri ortaya çıkmıştır. Çoklu gösterim olduğunu düşündükleri kartlar ile ilgili olarak öğretmen adaylarının kartlarda yer alan görselleri, elementlerin sembollerini atom olarak düşündükleri için aynı zamanda altmikroskobik gösterim, periyodik cetvelin görebileceğimiz şekilde

görselleştirilmiş olması görüşü ile makroskobik gösterim, elementlerin sembollerinin, lewis formüllerinin yer aldığını ifade ederek sembolik gösterim olarak düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bunun yanında öğretmen adaylarının kartı yalnızca altmikroskobik olarak düşünmelerinin sebebinin, verilen lewis yapılarını gözle göremeyeceğimiz ve gaz moleküllerinde gerçekleşen değişimleri sadece mikroskop ile görebileceğimiz varsayımı olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının açıklamalarında belirlenen gaz moleküllerini mikroskop ile gözlemleyebileceğimize yönelik kavram yanılgısı başka araştırmalardan elde edilen kavram yanılgıları ile örtüşmektedir (Harrison ve Treagust, 1996; Gökulu, 2013; Meşeci, Tekin ve Karamustafaoğlu, 2013; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam, 2005; Tezcan ve Salmaz, 2005). Sembolik gösterim içeren kartları belirlemede dördüncü sınıf öğretmen adaylarının üçüncü sınıf öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Makroskobik ve sembolik gösterim içeren çoklu gösterimin olduğu kartlarda öğretmen adaylarının çoğunun gösterimleri belirlemede sorun yaşadıkları, kartları çoğunlukla sadece makroskobik, sadece sembolik ve sadece altmikroskobik gösterim olarak düşündükleri, belirledikleri çoklu gösterimlerde ise makroskobik ve sembolik gösterimlerin yanında makroskobik-altmikroskobik gösterimlere yer verdikleri görülmektedir. Bu açıdan araştırma, öğretmen adaylarının birden fazla gösterim içeren yapıları belirlemede zorlandıklarını ve kartlar üzerinde çalışırken tek bir gösterime odaklandıklarını belirleyen Becker, Stanford, Townsb ve Colea (2015)'nin yaptıkları çalışma ile örtüşmektedir. Öğretmen adaylarının belirledikleri çoklu gösterimler ile ilgili olarak, tanecik bulunmamasına rağmen elementlerin görünüşlerinin yanında taneciklerin yer alması, elektromanyetik spektrumda yer alan değerleri gözlemleyemememiz ve bazı dalga boylarını yalnızca mikroskop ile gözlemleyebileceğimizi düşündükleri için altmikroskobik gösterim, gözle görülebilir bir deney düzeneği yer aldığı ve günlük hayatta karşımıza çıkan örnekler yer aldığı için makroskobik gösterim, görsellerde elementlerin sembolleri, belirli dalga boyu ve frekans değerleri yer aldığı için sembolik gösterim olarak ifade ettikleri ortaya çıkmıştır. Makroskobik ve sembolik gösterim içeren çoklu gösterimin olduğu kartı yalnızca makroskobik bir gösterim olarak düşünen öğretmen adaylarının günlük hayatta karşımıza çıkan elementlere ait görsellerin bulunmasının ve gözle görülebilir bir deney düzeneği içermesinin yalnızca makroskobik gösterim olduğunu ifade

ettikleri, yalnızca sembolik bir gösterim olarak düşünen öğretmen adaylarının görsellerin elektromanyetik ışınların dalga boyu ve frekans değerlerini gösteren bir grafik içermesi ve basınç sembollerini gösterdiği için yalnızca sembolik gösterim olduğunu ifade ettikleri, yalnızca altmikroskopik bir gösterim olarak düşünen öğretmen adaylarının ise gazları gözle göremeyip mikroskop ile görebileceğimizi ve elektromanyetik ışınları gözle göremeyeceğimizi ifade ettikleri görülmüştür. Bu açıdan araştırma, öğrencilerin kimyasal gösterimleri günlük hayatta karşılaştıkları olaylar ile bağdaştıramadıkları sonucuna ulaşan literatür çalışmaları ile örtüşmemektedir. (Okumuş, Çavdar, Öztürk, Karadeniz ve Doymuş, 2016; Pabuçcu, 2016). Makroskobik ve sembolik gösterim içeren kartları belirlemede üçüncü sınıf öğretmen adaylarının dördüncü sınıf öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Alt mikroskopik ve sembolik gösterim içeren çoklu gösterimin olduğu kartlarda öğretmen adaylarının çoğunluğunun gösterimleri doğru belirlediği ancak bazılarının sadece alt mikroskopik, sadece sembolik veya sadece makroskobik gösterim olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Alt mikroskopik ve sembolik gösterim içeren çoklu gösterimin olduğu kartı sadece makroskobik bir gösterim olarak düşünen öğretmen adayının kartta yer alan amonyak molekülünün gözle görülebilen bir molekül geometrisine sahip olduğu için makroskobik olarak düşündüğü belirlenmiştir. Bu görüş ile öğretmen adayının mikro boyutta olan gösterimi makro boyuta taşıyarak yanılığa düştüğü anlaşılmaktadır. Bu açıdan araştırma, literatürde yer alan diğer çalışmalar ile uyumludur (Jaber ve BouJaoude, 2012; Çokadar, 2013; Okumuş, Çavdar, Öztürk, Karadeniz ve Doymuş, 2016). Sadece alt mikroskopik gösterim olduğunu düşünen öğretmen adaylarının, kartta yer alan molekül formülünü dikkate almadıkları ve ayrıca tanecik ve moleküllerin mikroskopla görülebileceğine dair kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının açıklamalarında belirlenen bu kavram yanlışlığı başka araştırmalardan elde edilen kavram yanlışları ile örtüşmektedir (Harrison ve Treagust, 1996; Gökulu, 2013; Meşeci, Tekin ve Karamustafaoğlu, 2013; Nakhleh ve Samarapungavan, 1999; Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam, 2005; Tezcan ve Salmaz, 2005). Sadece sembolik gösterim olduğunu düşünen öğretmen adaylarının görsellerde, elementlerin sembolleri yer aldığı için sembolik gösterim olarak ifade ettikleri görülmüştür. Altmikroskopik ve sembolik gösterim içeren kartları

belirlemede dördüncü sınıf öğretmen adaylarının üçüncü sınıf öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Makroskobik ve altmikroskobik gösterim içeren çoklu gösterimin olduğu kartlarda öğretmen adaylarının çoğunluğunun gösterimleri doğru belirlediği ancak bazılarının sadece makroskobik ve sadece altmikroskobik gösterim olarak düşündükleri, belirledikleri çoklu gösterimlerde ise makroskobik ve altmikroskobik gösterimlerin yanında altmikroskobik-sembolik gösterimlere yer verdikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının belirledikleri çoklu gösterimler ile ilgili olarak, katı, sıvı ve gaz maddelerin taneciklerini gösterdiği için altmikroskobik gösterim, görselin altında yer alan yazıları sembolik olarak düşündükleri için sembolik gösterim olarak ifade ettikleri ortaya çıkmıştır. Makroskobik ve altmikroskobik gösterim içeren çoklu gösterimin olduğu kartı, yalnızca makroskobik bir gösterim olarak düşünen öğretmen adayının beherlerin içinde gözle görülebilen derişik ve seyreltik çözeltiler yer aldığı için yalnızca makroskobik gösterim olduğunu ifade ettiği, yalnızca altmikroskobik bir gösterim olarak düşünen öğretmen adaylarının ise derişik ve seyreltik çözeltideki tanecikleri gösterdiği ve katı, sıvı ve gaz maddelere ait tanecikler yer aldığı için yalnızca altmikroskobik gösterim ifade ettikleri görülmüştür. Makroskobik ve altmikroskobik gösterim içeren kartları belirlemede üçüncü sınıf öğretmen adaylarının dördüncü sınıf öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterim içeren çoklu gösterimin olduğu kartlarda öğretmen adaylarının çoğunluğunun gösterimleri belirlemede sorun yaşadıkları, kartları çoğunlukla sadece makroskobik, sadece sembolik ve sadece altmikroskobik gösterim olarak düşündükleri, belirledikleri çoklu gösterimlerde ise makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterimlerin yanında makroskobik-altmikroskobik, makroskobik-sembolik ve altmikroskobik-sembolik gösterimlere yer verdikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının belirledikleri çoklu gösterimler ile ilgili olarak, görselde maddenin taneciklerini, kimyasal tepkimelerde yer alan atomları gösterdiği ve bu tanecikleri gözle göremeyeceğimiz için altmikroskobik gösterim, beherlerde yer alan çözeltileri, paslanmış demiri gözle görebildiğimiz için makroskobik gösterim, taneciklerin altında elementlerin sembollerine yer verdiği ve formüller içerdiği için sembolik gösterim olarak ifade ettikleri ortaya çıkmıştır. Makroskobik, altmikroskobik ve sembolik gösterim içeren çoklu gösterimin olduğu

kartı yalnızca makroskobik bir gösterim olarak düşünen öğretmen adaylarının deney düzeneğinde yer alan maddeleri gözle görebileceğimizi düşünerek yalnızca makroskobik gösterim olduğunu ifade ettikleri, yalnızca sembolik bir gösterim olarak düşünen öğretmen adaylarının görsellerin formül ve sembollere yer verdiğini belirterek sembolik gösterim olduğunu ifade ettikleri, yalnızca altmikroskopik bir gösterim olarak düşünen öğretmen adaylarının ise görselde yer alan tanecikleri gözle göremeyeceğimizi ve görsellerin tanecik modellerini gösterdiğini ifade ederek altmikroskopik gösterim olduğunu belirttikleri görülmüştür. Makroskobik, altmikroskopik ve sembolik gösterim içeren kartları belirlemede dördüncü sınıf öğretmen adaylarının üçüncü sınıf öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Bu açıdan araştırma, öğrencilerin birden fazla gösterim içeren yapıları belirlemede zorlandıkları, kartlar üzerinde çalışırken tek bir gösterime odaklandıkları, yardım almadan tek başına makroskobik, altmikroskopik ve sembolik gösterimler arasında bağlantı kuramadıkları sonucuna ulaşan literatür çalışmaları ile uyumludur (Pabuçcu, 2016; Becker, Stanford, Townsb ve Colea, 2015).

5.1.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kullandıkları Genel Kimya Ders Kitaplarının Analizi

Araştırma kapsamında, fen bilgisi öğretmen adaylarının lisans eğitimleri süresince kullandıkları genel kimya kitaplarındaki gösterimlerin tipleri ve özellikleri incelenmiştir. Ders kitapları ile ilgili sonuçlar gösterimlerin analizinde kullanılan Gkitzia, Salta ve Tzougraki'nin (2011) kriterlerine göre sunulacaktır: (1) gösterimlerin tipleri, (2) gösterimlerin yüzey özelliklerinin yorumlanması, (3) gösterimlerin metinle ilişkisi, (4) gösterimlerin altyazılarının özellikleri ve (5) çoklu gösterimi oluşturan bileşenlerin arasındaki korelasyon.

İlk olarak, bu ders kitaplarındaki görsel sayısı birbirinden farklı olup genel kimya 1 kitabında 109 görsel varken Genel Kimya 2 kitabında 60 görsel yer almaktadır. Genel Kimya 1 kitabının ikinci bölümünde kimyasal gösterim içeren bir görselin yer almadığı belirlenmiştir. Analiz edilen farklı kimya bölümleri arasında gösterimlerin en fazla genel kimya 1 ders kitabının “Gazlar” bölümünde kullanıldığı, en düşük gösterim sayısının genel kimya 2 ders kitabının “Kimyasal denge” bölümünde olduğu gözlemlenmiştir. Bu konuların doğası göz önüne alındığında, elde

edilen sonuç gazlar konusu açısından anlamlıdır çünkü gazlar konusu her tipte gösterimi içeren bir içeriğe sahiptir. Ancak kimyasal denge konusu doğası gereği altmikroskopik, makroskopik, sembolik, çoklu ve karışık gibi her türlü gösterimin yer alabileceği bir konudur. Bu sonuç bu ders kitaplarında kimyasal denge konusu için yeterli sayıda görselin kullanılmadığını göstermektedir. Oysaki öğrencilerin bir kavramı doğru bir şekilde anlamlandırması için o kavramla ilgili her tipte gösterimin yer aldığı ders kitabı gibi kaynakları kullanması gerekir.

Gösterimlerin tipine göre; Genel Kimya 1 kitabında en fazla sembolik gösterimler, Genel Kimya 2 kitabında en fazla makroskopik gösterimlerin yer aldığı belirlenmiştir. Altmikroskopik gösterimlere ise her iki kitapta da daha az yer verildiği görülmektedir. Birden fazla gösterim içeren görseller incelendiğinde, her iki kitapta da çoklu gösterimlerin, hibrit gösterimlerden daha fazla olduğu ve sadece Genel Kimya 1 kitabında az da olsa karışık gösterimlerin yer aldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar alanyazında ders kitaplarının analizine yönelik sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Pantazi ve Tsaparlis (2017), Yunan, Shehab ve Boujaoude, (2017) Lübnan kimya ders kitaplarındaki gösterimlerin, Kapıcı ve Savaşçı-Açıklan (2015) Türk fen bilgisi ve Demirdöğen (2017) Türk kimya ders kitaplarındaki gösterimlerin en fazla makroskopik gösterimler içerdiğini belirlemişlerdir. Bunun yanında, Nyachwaya ve Wood (2014) Amerika Birleşik Devletleri fiziksel kimya ders kitaplarında ve Upahi ve Ramnarain (2018) Nijerya kimya ders kitaplarında en fazla sembolik gösterimlerin yer aldığı sonucuna ulaşmışlardır. Altmikroskopik gösterimler açısından Nyachwaya ve Wood (2014) farklı olarak ders kitaplarında altmikroskopik gösterimlerin makroskopik ve çoklu gösterimlerden daha fazla yer aldığı belirlemişlerdir. Bu çalışmada çoklu gösterimler açısından Genel Kimya 1 kitabında en fazla altmikroskopik ve sembolik, Genel Kimya 2 kitabında makroskopik ve sembolik gösterimlerin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuç 9-12. sınıf kimya ders kitaplarındaki kimyasal gösterimleri inceleyen Demirdöğen (2017)'in çalışmasının sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Demirdöğen (2017) incelediği ders kitaplarında çoklu gösterimlerden altmikroskopik-sembolik ve makroskopik-sembolik gösterimlerin çoğunlukta olduğu sonucuna ulaşmıştır. Alanyazında yer alan sonuçlara bakıldığında, fen bilgisi, lise veya lisans düzeyinde yer alan kimya kitaplarında çoğunlukla makroskopik veya sembolik gösterimlerin olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum kimya kitaplarında yer alan gösterimlerin türlerinin

kitapların kullanıldığı sınıf seviyesine bakılmaksızın benzer olduğunu göstermektedir. Kimya konularının içeriği açısından bu benzerlik kabul edilebilir olsa da öğrencilerin aynı kavramın farklı gösterimlerini görmesi ve bunlar arasında doğru ilişkiler kurması için çoklu gösterimlerin kullanılması gerekli ve son derece önemlidir.

Gösterimlerin yüzey özelliklerinin incelendiği ikinci kritere göre; her iki kitapta da görsellerin çoğunun örtük yüzey özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Shehab ve Boujaoude (2017) Lübnan ve Gkitzia ve diğerleri (2011) Yunan kimya ders kitaplarındaki görsellerin çoğunun örtük olduğunu belirlerken Demirdöğen (2017) ve Nyachwaya ve Wood (2014) görsellerin çoğunun açık yüzey özelliklerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Gösterimlerin yüzey özelliklerinin belirgin (açık) olması bu gösterimin ne içerdiğini açık bir gösterdiği anlamına gelmektedir. Böylece öğrenciler kolaylıkla bu gösterimin ne anlama geldiğini kolaylıkla anlayabilecektir. Ancak bu çalışmada belirlendiği gibi, görsellerin örtük yüzey özelliklerine sahip olması demek bu görselin özelliklerinin yorumlanmasının öğrenciye bırakılması demektir ve bu durum öğrencilerin kolaylıkla gösterimi yanlış anlamalarına neden olabilir (Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011).

Görsellerin metin ile ilişkisinin incelendiği üçüncü kritere göre; her iki kitapta da görsellere ait açıklamaların yer aldığı metinlerin çoğunun görselleri tam olarak anlattığı ve metin ile görsel arasında doğrudan bağlantıların kurulduğu görülmüştür. Kitaplarda yer alan görsellerin bir kısmının metnin içinde görsellerle alakalı açıklama olsa da metin öğrenciyi tam olarak görsele yönlendirmediği için metin ile kısmen ilişkili olduğu belirlenmiştir. Genel Kimya 1 ve Genel Kimya 2 kitabında yer alan görseller bu özellik açısından karşılaştırıldığında, Genel Kimya 1 kitabında metin ile ilişkisiz görseller varken Genel Kimya 2 kitabında hiç olmadığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar Amerika Birleşik Devletleri, Nijerya ve Türk kimya ders kitapları ile benzer sonuçlar (Demirdöğen, 2017; Nyachwaya ve Wood, 2014; Upahi ve Ramnarain, 2018) olup metin ile bağlantılı ve ilgili az sayıda görsel içerdiği belirlenen Türk fen bilgisi kitaplarından (Kapıcı ve Savaşçı-Açıklan, 2015) farklıdır. Ders kitaplarında yer alan görsellerin metin ile doğrudan bağlantılı ve ilişkili olması çok önemlidir. Çünkü görseller metin görsellerin yorumlanmasında ana kaynak olup, görsel metin ile doğrudan bağlantılı ve ilişkili olmadığında öğrencilerin bu görselleri doğru bir şekilde yorumlaması ve anlamlandırması zor olacaktır. Paivio (1986)

sadece metinler veya sadece görsellerin ilgili kavramı anlamada yeterli olmadığını sözlü ve görsel sistemlerin birlikte kodlanması durumunda öğrencilerin daha kolay hatırlayacağını ve anlayabileceğini vurgulamıştır (akt: Kapıcı ve Savaşçı-Açıklan, 2015).

Altyazıların özelliklerinin incelendiği dördüncü kritere göre görseller incelendiğinde; Genel kimya 1 kitabında görsellerin neredeyse yarısı (% 54,1) uygun alt yazı ile desteklenirken kalan yarısının (% 45,9) problemlili olduğu görülmüştür. Genel kimya 2 kitabında ise görsellerin daha fazla uygun alt yazı (% 68,3) ile görsellerin neyi anlattığını gösteren kısa, açık ve anlaşılır altyazıların yer aldığı belirlenmiştir. Bunun yanında ders kitaplarında altyazının yer almadığı herhangi bir görsele rastlanmamıştır. Bu sonuçlar Amerika Birleşik Devletleri, Nijerya ve Türk kimya ders kitapları ile benzer sonuçlar (Demirdöğen, 2017; Nyachwaya ve Wood, 2014; Upahi ve Ramnarain, 2018) olup araştırmacılar inceledikleri ders kitaplarında yer alan görsellerin açık, anlaşılır ve sade bir altyazıya sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ancak bu çalışmada, ders kitaplarında yer alan bazı altyazıların gösterimlerin neyi öğretmek istediklerini açıklamadıkları için problemlili olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Shehab ve Boujaoude (2017), Kapıcı ve Savaşçı-Açıklan (2015) inceledikleri ders kitaplarında problemlili alt yazıların olduğunu hatta bazı gösterimlerin altyazılarının bulunmadığını belirlemişlerdir. Gösterimlerin öğrencilerin gösterimin taşıdığı doğru mesajı yorumlamalarını sağlayacak şekilde açık, kısa ve kapsamlı alt yazılar ile desteklenmesi gerekir. Aksi takdirde öğrencileri gösterimlerin sadece ders kitabını süslemek için kullanıldığını düşünebilir hatta bu tarz gösterimler öğrencilerin öğrenmesinde yanlış anlamaları neden olabilir (Shehab ve Boujaoude, 2017). Çünkü alt yazılar okuyucuya bir görüntüde ne aradığını ve dolayısıyla bunu nasıl okuyup anlayacağını söyleyen önemli bileşenlerden biridir (Pozzer ve Roth, 2003; akt: Kapıcı ve Savaşçı-Açıklan, 2015).

Birden fazla gösterim içeren görsellerin bu gösterimler arasındaki ilişkiyi gösterme derecelerinin incelendiği beşinci kritere göre; Genel kimya 1 kitabında yer alan görsellerde gösterimler arasında yetersiz bağlantı oranı (%60,9) yeterli bağlantı (%39,1) oranından fazla iken Genel kimya 2 yetersiz bağlantı oranı (%47,6) yeterli bağlantı oranına (% 52,4) yakın olduğu belirlenmiştir. Bu durum Genel kimya 1 kitabındaki gösterimler arasındaki ilişkinin çok zayıf olduğunu ancak Genel kimya 2 kitabındaki gösterimler arasındaki ilişkinin bekleneni karşılamadığını

göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar Yunan kimya ders kitaplarındaki bulgularla (Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011) uyumlu iken Lübnan kimya ders kitaplarındaki bulgularla (Shehab ve Boujaoude, 2017) uyumlu değildir. Çoklu gösterimler açısından değerlendirildiğinden, Genel Kimya 1 kitabında en çok altmikroskopik-sembolik gösterimler, Genel kimya 2 kitabında en çok makroskopik-sembolik gösterimin olduğu belirlenmiştir. Genel kimya 1 kitabında yer alan bölümler incelendiğinde, atomun yapısı, kimyasal bağlar, moleküler geometri ve hibritleşme, periyodik cetvel gibi konularda altmikroskopik-sembolik gösterimlerin kullanımı için uygundur. Genel kimya 2 kitabında ise termodinamik ve termokimya, asitler-bazlar ve elektrokimya gibi konularda makroskopik-sembolik gösterimlerin kullanımı için uygundur. Ancak ders kitaplarında bu gösterimler arasında yeterli bağlantıların istenilen düzeyde olmaması öğrencilerin gösterimi doğru bir şekilde yorumlamasına ve anlamlandırmasına engel olabilir.

Belirlenen kriterlere göre yapılan ders kitabı incelemesinin sonucunda, ders kitaplarının kimyasal gösterimleri yeterli derecede tasvir edemediği belirlenmiştir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının kimyasal gösterimleri belirlemede ve bu gösterimler arasında ilişki kurmada yaşadıkları zorluklar lisans eğitimi süresince kullandıkları ders kitaplarındaki kimyasal gösterimlerde yer alan eksiklerden kaynaklanmış olabilir.

5.2 Öneriler

Araştırma sonuçlarından hareketle aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- Öğretmenler; öğrencilerin makroskopik, altmikroskopik ve sembolik gösterimleri algılamalarına yardımcı olmak için sınıf içi akıl yürütme süreçlerini önceden düzenleyerek bu gösterimler arasında ilişki kurabilmeleri için yol gösterici olabilir.
- Öğretmenlerin öğrencilerine kimyasal gösterimler ile ilgili yol gösterici olabilmeleri için öğretmen adayları lisans eğitiminin belirli dönemlerinde bu konuda eğitim alabilirler.

- Öğretmenler, mikro boyutu makro boyut ile ilişkilendirecek somut yaşantılarla (deney, gözlem...) birlikte mikroskobik boyuttaki olayları anlamayı kolaylaştırıcı modeller kullanabilirler.
- Öğretmen adaylarının lisans eğitimleri süresince kullandıkları ders kitapları Gkitzia ve arkadaşlarının belirlediği kriterlere göre düzenlenebilir. Makroskobik, altmikroskobik, sembolik ve çoklu gösterimlere eşit miktarda yer verilecek şekilde düzenlemeler yapılabilir.
- Ders kitaplarında yer alan çoklu gösterimlerdeki kimyasal gösterimlerin arasındaki ilişkiye özellikle dikkat çekilerek öğretmen adaylarının bu gösterimler arasında uygun bağlantıları kurmaları sağlanabilir.

6. KAYNAKÇA

Abd-El-Khalick, F., Waters, M., ve Le, P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal Of Research In Science Teaching*, 45(7), 835–855.

Becker, N., Stanford, C., Towns, M., ve Cole, R. (2015). Translating across macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels: the role of instructor facilitation in an inquiry-oriented physical chemistry class. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 769-785.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2017). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (23. Baskı). PEGEM Yayınevi.

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.

Chang, R. ve Goldsby, K. (2014). *Chemistry*. 11th ed. New York: McGraw-Hill Education.

Çokadar, H. (2013). Üniversite öğrencilerinin kimyasal tepkimeleri tamamlama ve kimyasal tepkimeleri sınıflandırma konusundaki kavramaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(3), 111-122.

Demirdöğen, B. (2017). Examination of chemical representations in turkish high school chemistry textbooks. *Journal of Baltic Science Education*, 16(4), 472-499.

Ebenezer, J. V. (2001). A Hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: Animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10(1), 73-92.

Evrekli, E., İnel, D., Balım, A. G., ve Kesercioğlu, T. (2009). Fen öğretmen adaylarına yönelik yapılandırmacı yaklaşım tutum ölçeği: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(2),134-148.

Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548.

Gkitzia, V., Salta, K., ve Tzougraki, C. (2011). Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. *Chemistry Education Research in Practice*, 12(1), 5–14.

Gökulu, A. (2013). Bilgisayar destekli öğretimin etkisinin incelenmesi ve maddenin tanecikli yapısı konusu ile ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarının tespiti. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6 (5), 571-585.

Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.

Head, M. L., Yoder, K., Genton, E., ve Sumperl, J. (2017). A quantitative method to determine preservice chemistry teachers' perceptions of chemical representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 825-840.

Hinton, M. E., ve Nakhleh, M. B. (1999). Students' microscopic, macroscopic, and symbolic representations of chemical reactions. *Chem. Educator*, 4(5), 158–167.

Hrast, Š., ve Savec, V. F. (2017). Informational value of submicroscopic representations in Slovenian chemistry textbook sets. *Journal of Baltic Science Education*, 16(5), 694-705.

Jaber, L. Z., Boujaoude, S. (2012). A macro–micro–symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973–998.

Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching. *Symposium On Fievolution and Evolution in Chemical Education*, 70(9).

Kapıcı, H. Ö., ve Savaşçı-Açıklan, F. (2017). "Fen Eğitiminde Ders Kitapları ve Çoklu Gösterimler", Fen Bilimleri Eğitimi Alanındaki Öğretmen ve Öğrenme Yaklaşımları, Akçay B, Ed., Pegem A Yayıncılık, Ankara, 227-240.

Kapıcı, H. Ö., Savaşçı Açıklan, F. (2015). Examination of visuals about the particulate nature of matter in Turkish middle school science textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(3), 518-536.

Meşeci, B., Tekin, S. ve Karamustafaoğlu, S. (2013). Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9), 20-40.

Miles, M. B., Huberman, A. M., Huberman, M. A., ve Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.

Nicoll, G. (2003). A qualitative investigation of undergraduate chemistry students' macroscopic interpretations of the submicroscopic structure of molecules. *Journal of Chemical Education*, 80(2), 205.

Nakhleh, M. B., ve Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 777-805.

Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A. ve Sağlam, Y. (2005). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 581-612.

Nyachwaya, J. M., ve Wood, N. M. (2014). Evaluation of chemical representations in physical chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 720-728.

Okumuş, S., Öztürk, B., Doymuş, K., ve Alyar, M. (2014). Maddenin tanecikli yapısının mikro ve makro boyutta anlaşılmasının sağlanması. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi Uluslararası E-Dergi*, 4(1), 349-368.

Okumuş, S., Öztürk, B., Çavdar, O., Karadeniz, Y., Doymuş, K. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fiziksel ve kimyasal olaylarda maddenin tanecikli yapısı ile ilgili anlamalarının belirlenmesi. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 64-78.

Okumuş, S., Çavdar, O., Alyar, M., Doymuş, K. (2017). Kimyasal denge konusunun mikro boyutta anlaşılmasına farklı öğretim yöntemlerinin etkisi. *İlköğretim Online*, 16(2), 727-745.

Pabuçcu, A. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gaz basıncıyla ilgili bilgilerini günlük hayatla ilişkilendirebilme seviyeleri. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi*, 1(2), 1-24.

Paker, T. (2015). *Nitel Araştırma Yöntem, Teknik, Analiz ve Yaklaşımları*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Pantazi, G., ve Tsapalis, G. (2017). Images and hyperlinks in the Greek lower- secondary chemistry e-books. *ESERA 2017 Conference Dublin City University, Ireland*, 21 st- 25 th August 2017.

Philipp, S. B., Johnson, D. K., ve Yezierski, E. J. (2014). Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 777—786.

Rahayu, S., ve Kıtta, M. (2010). An analysis of Indonesian and Japanese students' understandings of macroscopic and submicroscopic levels of representing

matter and its changes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(4), 667-688.

Selvi, M., ve Yakışan, M. (2004). Üniversite Birinci Sınıf Öğrencilerinin Enzimler Konusu ile İlgili Kavram Yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 173-182.

Shehab, S. S., ve Boujaoude, S. (2017). Analysis of the chemical representations in secondary Lebanese chemistry textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 797–816.

Slapničar, M., Tompa, V., Glažar, S. A., ve Devetak, I. (2018). Fourteen-year-old students' misconceptions regarding the sub-micro and symbolic levels of specific chemical concepts. *Journal of Baltic Science Education*, 17(4), 620-632.

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195.

Tezcan H. ve Salmaz Ç. (2005). Atomun yapısının kavratılmasında ve yanlış kavramaların giderilmesinde bütünleştirici ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 41-54.

Türnüklü, A. (2000). Eğitim Bilim Araştırmalarında Etkin Olarak Kullanılabilecek Nitel Bir Araştırma Tekniği: Görüşme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 6(24), 543-559.

Uluçınar Sağır, Ş., Tekin, S., ve Karamustafaoğlu, S. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama düzeyleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 112-135.

Upahi, J. E., ve Ramnarain, U. (2018). Representations of chemical phenomena in secondary school chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 146-159.

Yakmacı Güzel, B. (2013). Sınıf öğrencilerinin bazı temalardaki kimya kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bu bulguların etkili kullanımına dair öneriler. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31(2), 5-26.

Yalçın Çelik, A., Turan Oluk, N., Üner, S., Ulutaş, B., ve Akkuş, H. (2017). Kimya öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili anlamalarının çizimlerle değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18(Özel Sayı), 103-124.

Ye, J., Lu, S., ve Bi, H. (2018). The effects of microcomputer-based laboratories on student's macro, micro, and symbolic representations when learning about net ionic reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 288-301.

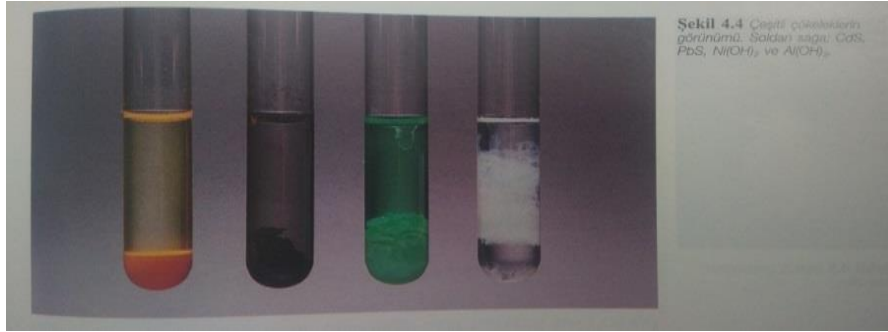
Yıldırım, A., ve Şimsek, H. (2016). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Güncelleştirilmiş Gelistirilmiş 10. Baskı, Ankara: Seçkin Yayıncılık.

EKLER

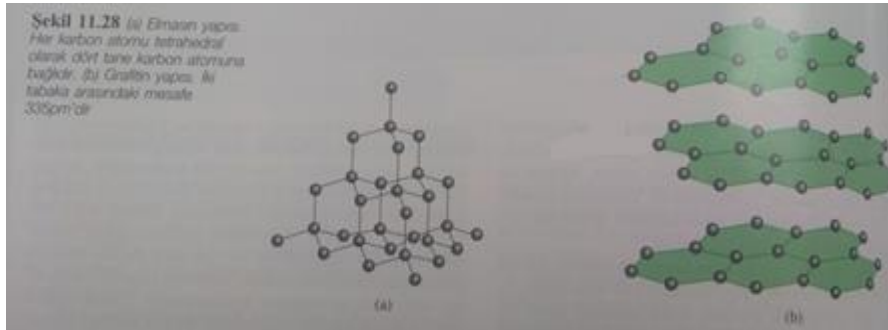
7. EKLER

Ek A: Öğretmen Adayların Kimyasal Gösterimleri Algılama Düzeylerini Belirlemek İçin Kullanılan Kartlar

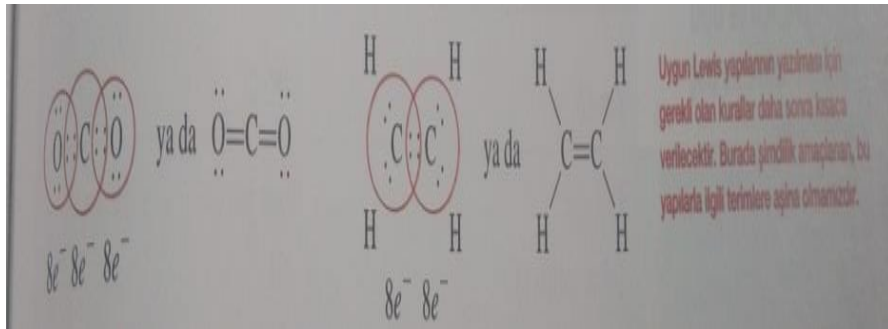
Kart A



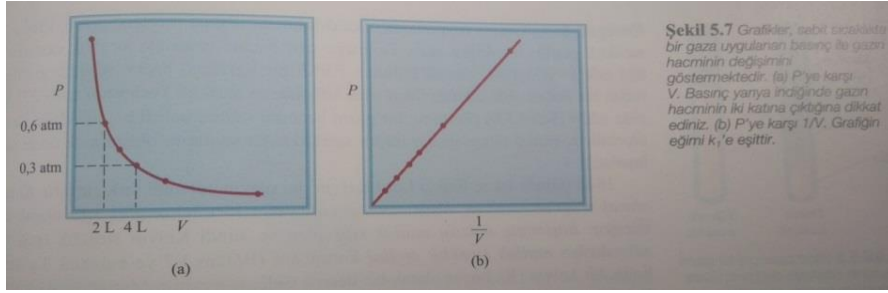
Kart B



Kart C



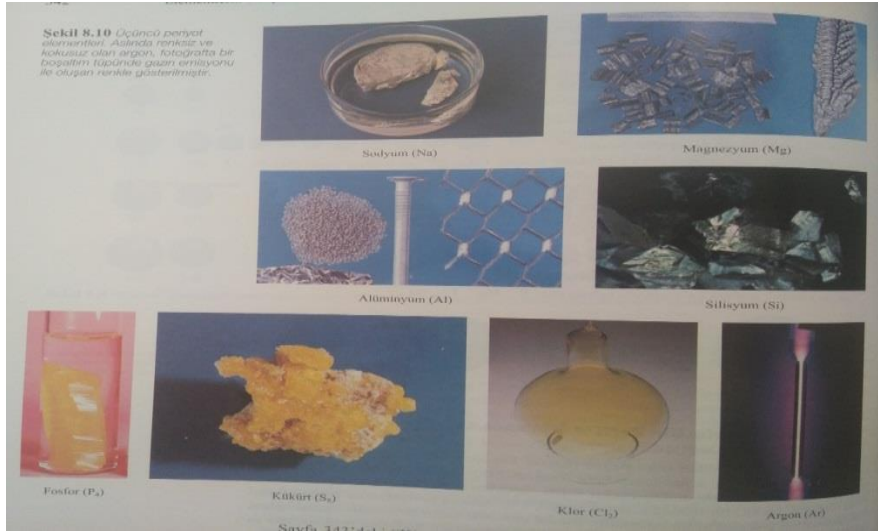
Kart Ç



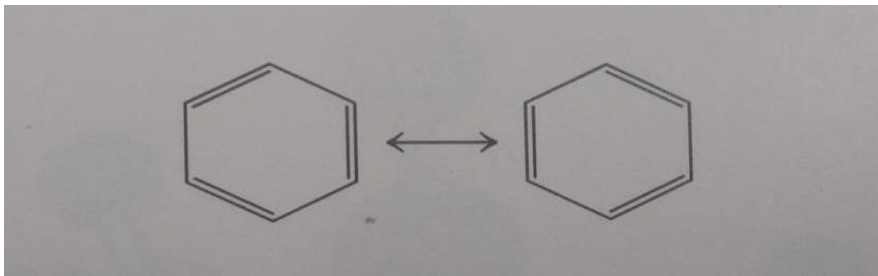
Kart D



Kart E



Kart F



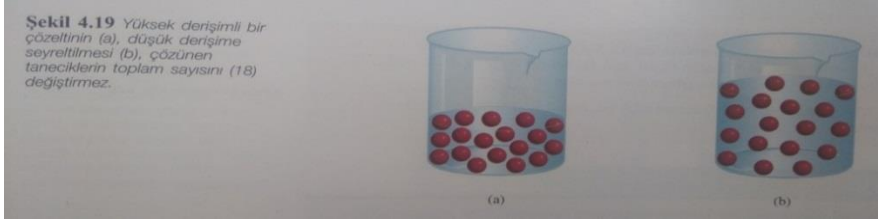
Kart G



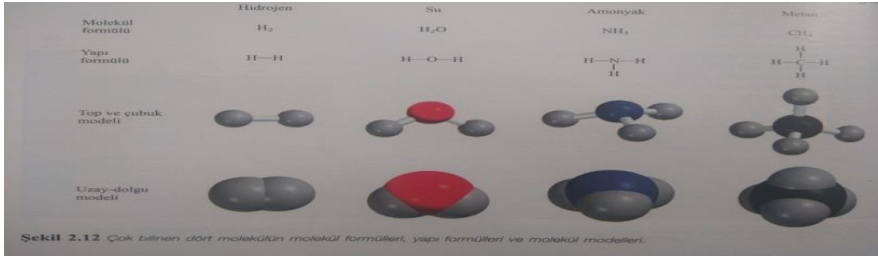
Kart H



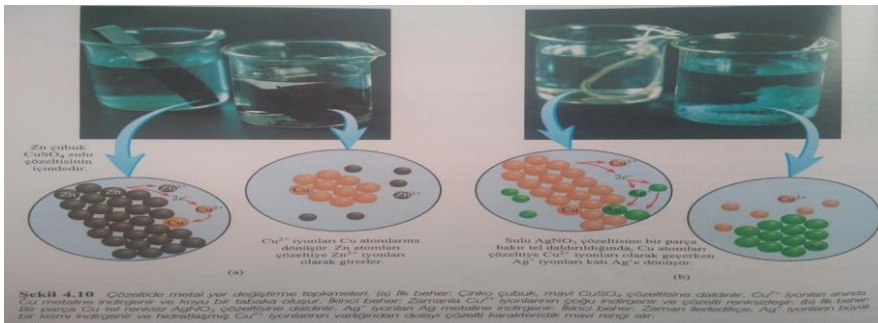
Kart I



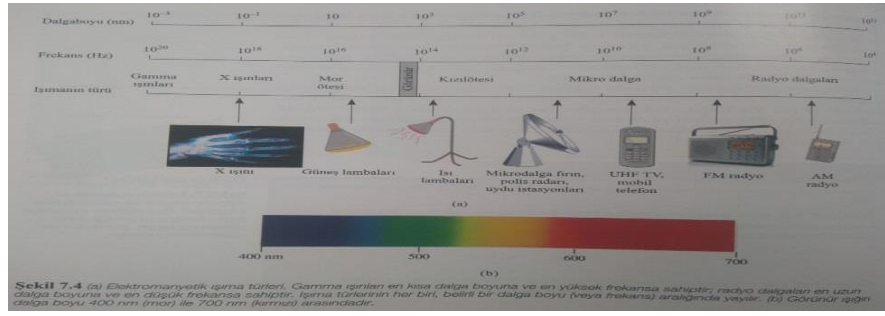
Kart İ



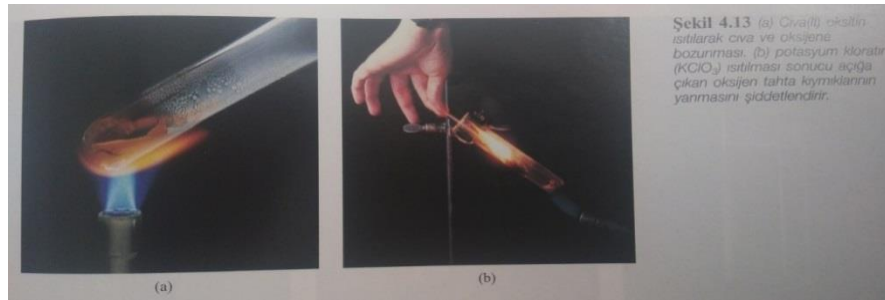
Kart J



Kart K



Kart L



Kart M

1 IA H	2 IIA He											13 IIIA B	14 IIIA C	15 IIIA N	16 IIIA O	17 IIIA F	18 IIIA Ne
3 IIIA Li	4 IIIA Be	5 IIIA B	6 IIIA C	7 IIIA N	8 IIIA O	9 IIIA F	10 IIIA Ne	11 IIIA Na	12 IIIA Mg	13 IIIA Al	14 IIIA Si	15 IIIA P	16 IIIA S	17 IIIA Cl	18 IIIA Ar		
19 IIIA K	20 IIIA Ca	21 IIIA Sc	22 IIIA Ti	23 IIIA V	24 IIIA Cr	25 IIIA Mn	26 IIIA Fe	27 IIIA Co	28 IIIA Ni	29 IIIA Cu	30 IIIA Zn	31 IIIA Ga	32 IIIA Ge	33 IIIA As	34 IIIA Se	35 IIIA Br	36 IIIA Kr
37 IIIA Rb	38 IIIA Sr	39 IIIA Y	40 IIIA Zr	41 IIIA Nb	42 IIIA Mo	43 IIIA Tc	44 IIIA Ru	45 IIIA Rh	46 IIIA Pd	47 IIIA Ag	48 IIIA Cd	49 IIIA In	50 IIIA Sn	51 IIIA Sb	52 IIIA Te	53 IIIA I	54 IIIA Xe
55 IIIA Cs	56 IIIA Ba	57 IIIA La	58 IIIA Ce	59 IIIA Pr	60 IIIA Nd	61 IIIA Pm	62 IIIA Sm	63 IIIA Eu	64 IIIA Gd	65 IIIA Tb	66 IIIA Dy	67 IIIA Ho	68 IIIA Er	69 IIIA Tm	70 IIIA Yb	71 IIIA Lu	
87 IIIA Fr	88 IIIA Ra	89 IIIA Ac	90 IIIA Th	91 IIIA Pa	92 IIIA U	93 IIIA Np	94 IIIA Pu	95 IIIA Am	96 IIIA Cm	97 IIIA Bk	98 IIIA Cf	99 IIIA Es	100 IIIA Fm	101 IIIA Md	102 IIIA No	103 IIIA Lr	

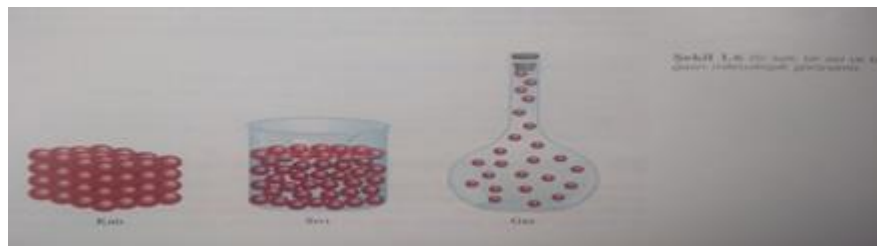
Şekil 2.10 Modern periyodik çizelge. Elementler, aşağıdaki şekilde verilen atom numaralarına göre düzenlenmiştir. Periyotlar (P) üprör, altıncı çizelgenin en sonunda bulunur. Çizelgenin diğer grupları, sırasıyla 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14A, 15A, 16A, 17A, 18A, 19A, 20A, 21A, 22A, 23A, 24A, 25A, 26A, 27A, 28A, 29A, 30A, 31A, 32A, 33A, 34A, 35A, 36A, 37A, 38A, 39A, 40A, 41A, 42A, 43A, 44A, 45A, 46A, 47A, 48A, 49A, 50A, 51A, 52A, 53A, 54A, 55A, 56A, 57A, 58A, 59A, 60A, 61A, 62A, 63A, 64A, 65A, 66A, 67A, 68A, 69A, 70A, 71A, 72A, 73A, 74A, 75A, 76A, 77A, 78A, 79A, 80A, 81A, 82A, 83A, 84A, 85A, 86A, 87A, 88A, 89A, 90A, 91A, 92A, 93A, 94A, 95A, 96A, 97A, 98A, 99A, 100A, 101A, 102A, 103A, 104A, 105A, 106A, 107A, 108A, 109A, 110A, 111A, 112A, 113A, 114A, 115A, 116A, 117A, 118A.

Şekil 2.10 Modern periyodik çizelge. Elementler, aşağıdaki şekilde verilen atom numaralarına göre düzenlenmiştir. Periyotlar (P) üprör, altıncı çizelgenin en sonunda bulunur. Çizelgenin diğer grupları, sırasıyla 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14A, 15A, 16A, 17A, 18A, 19A, 20A, 21A, 22A, 23A, 24A, 25A, 26A, 27A, 28A, 29A, 30A, 31A, 32A, 33A, 34A, 35A, 36A, 37A, 38A, 39A, 40A, 41A, 42A, 43A, 44A, 45A, 46A, 47A, 48A, 49A, 50A, 51A, 52A, 53A, 54A, 55A, 56A, 57A, 58A, 59A, 60A, 61A, 62A, 63A, 64A, 65A, 66A, 67A, 68A, 69A, 70A, 71A, 72A, 73A, 74A, 75A, 76A, 77A, 78A, 79A, 80A, 81A, 82A, 83A, 84A, 85A, 86A, 87A, 88A, 89A, 90A, 91A, 92A, 93A, 94A, 95A, 96A, 97A, 98A, 99A, 100A, 101A, 102A, 103A, 104A, 105A, 106A, 107A, 108A, 109A, 110A, 111A, 112A, 113A, 114A, 115A, 116A, 117A, 118A.

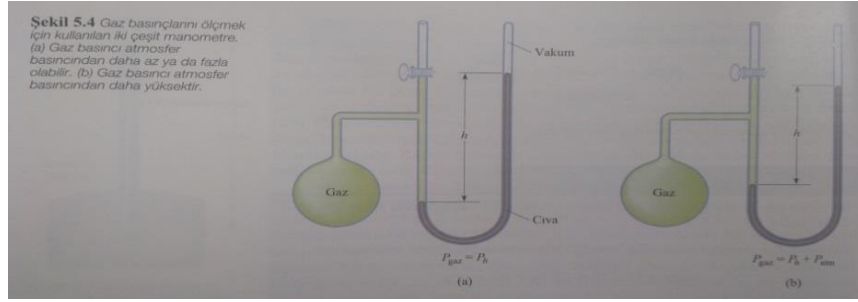
Kart N

$$pH = \log [H^+]$$

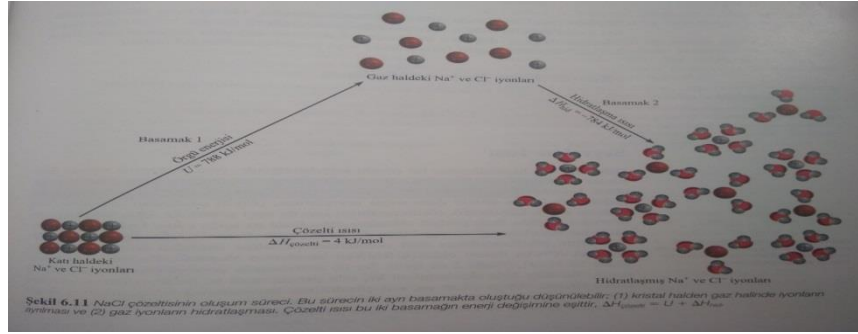
Kart O



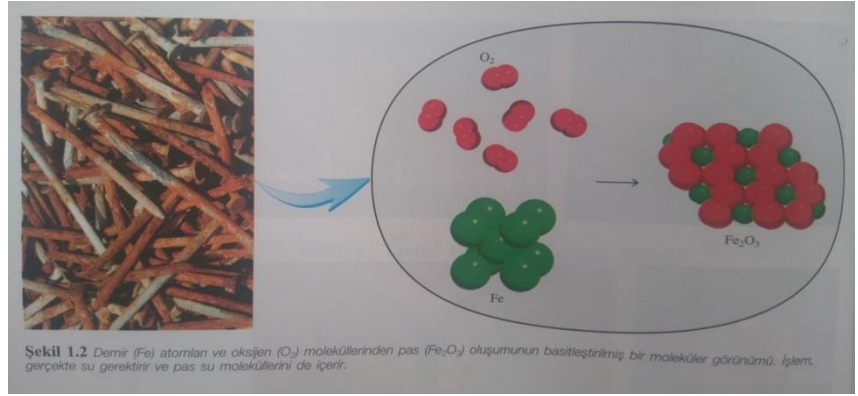
Kart Ö



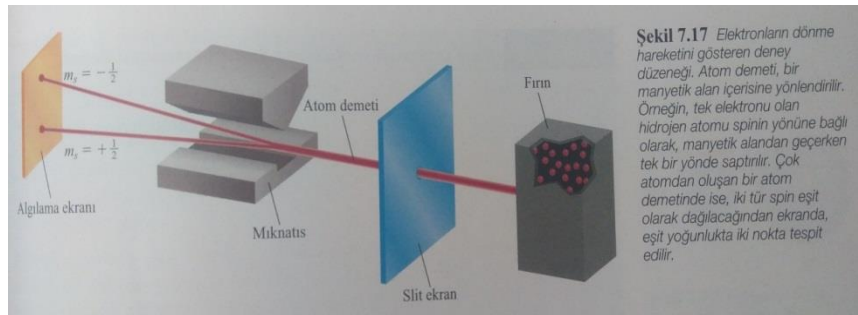
Kart P



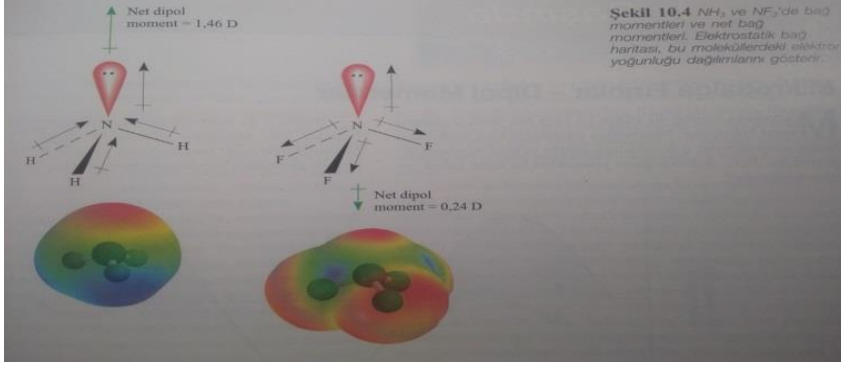
Kart R



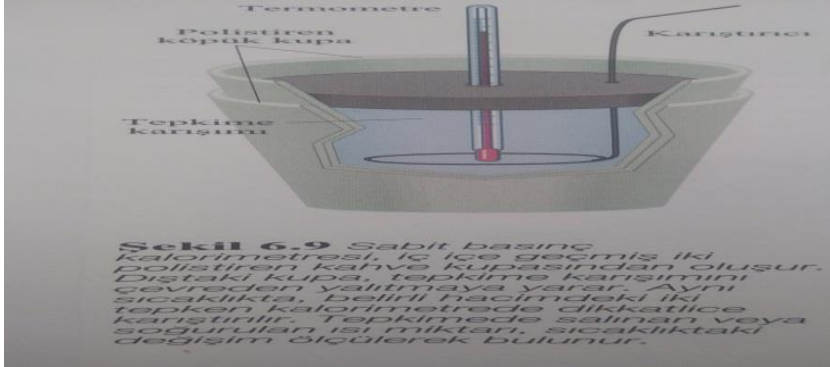
Kart S



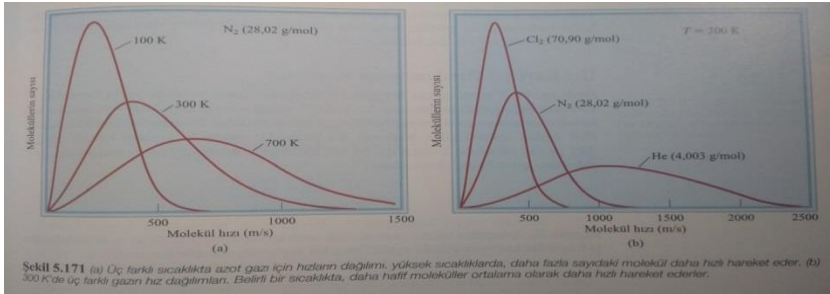
Kart Ş



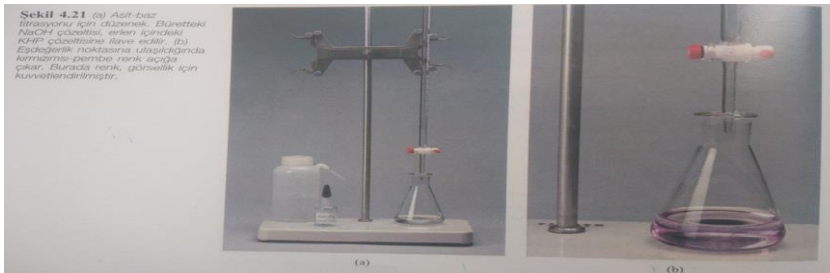
Kart T



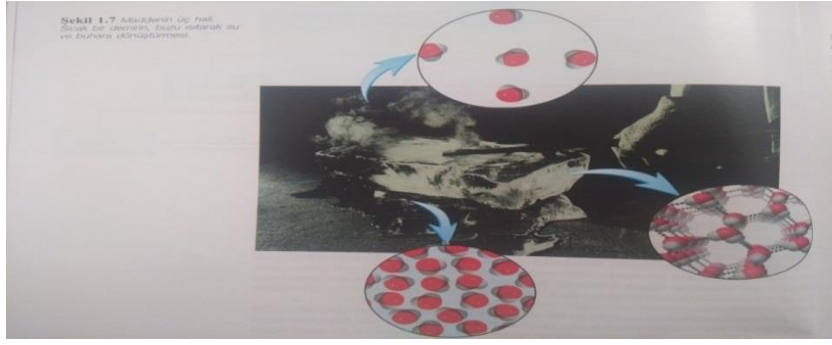
Kart U



Kart Ü



Kart V



Kart Y

