

**T.C.  
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ YAZILI  
ARGÜMANLARINDAKİ ÇOKLU GÖSTERİMLERİN VE  
MODSAL BETİMLEMELERİN GELİŞİMİNİN  
İNCELENMESİ**

**Dursun YALÇIN**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Fatma YAMAN**

**Yozgat 2019**



**T.C.  
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ YAZILI  
ARGÜMANLARINDAKİ ÇOKLU GÖSTERİMLERİN VE  
MODSAL BETİMLEMELERİN GELİŞİMİNİN  
İNCELENMESİ**

**Dursun YALÇIN**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Fatma YAMAN**

**Yozgat 2019**

T.C.  
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEZ ONAYI**

Enstitümüzün İlköğretim Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı 70112316003 numaralı öğrencisi Dursun YALÇIN'nın hazırladığı "Fen bilgisi öğretmen adaylarının yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin ve modsal betimlemelerin gelişiminin incelenmesi" başlıklı tezi ile ilgili tez savunma sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri gereğince 15/02/2019 Cuma günü saat 10:00'da yapılmış, tezin onayına oy birliği ile karar verilmiştir.

**Başkan** : Doç. Dr. Sibel ER NAS



**Jüri Üyesi (Danışman)** : Dr. Öğr. Üyesi Fatma YAMAN



**Jüri Üyesi** : Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KOYUNLU ÜNLÜ



**ONAY:**

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 28./02./19 tarih ve 11... sayılı Enstitü Yönetim Kurulu Kararı ile onaylanmıştır.

28/02/2019

Prof. Dr. Mustafa SAÇMACI  
Müdür



# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>GRAFİKLER LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Problemin Tanımı .....	2
1.2. Araştırmanın Amacı.....	3
1.3. Araştırma Sorusu .....	4
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	5
1.5. Araştırmanın Varsayımları.....	5
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>6</b>
2.1. Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımı.....	6
2.2. Kimyadaki Çoklu Gösterimler .....	20
2.3. Modsal Betimlemeler.....	20
2.4. ATBÖ Yaklaşımının Çoklu Gösterim ve Modsal Betimlemelerle İlişkisi .....	22
2.5. Fen Sınıflarında Yazma Etkinlikleri .....	23
<b>3. YÖNTEM</b> .....	<b>26</b>
3.1. Metod .....	26
3.2. Örneklem.....	26
3.3. İçerik .....	27
3.4. Veri Toplama Araçları .....	29
3.5. Süreç .....	31
3.6. Veri Analizi.....	45
3.6.1. Yazılı Argümanların Analizi.....	45
3.6.2. Çoklu Gösterimler ve Modsal Betimlemelerin Analizi .....	48

3.7. Geçerlilik ve Güvenirlik .....	56
<b>4.BULGULAR .....</b>	<b>57</b>
4.1 Çalışmanın Birinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular .....	57
4.2 Çalışmanın İkinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular.....	66
4.3 Çalışmanın Üçüncü Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular.....	76
4.4 Çalışmanın Dördüncü Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular .....	78
4.5 Çalışmanın Beşinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular .....	88
4.6 Çalışmanın Altıncı Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular .....	90
<b>5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>92</b>
5.1. Birinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç ve Öneriler.....	92
5.2. İkinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç ve Öneriler.....	94
5.3. Üçüncü Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç ve Öneriler .....	95
5.4. Dördüncü Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç Ve Öneriler .....	97
5.5. Beşinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç ve Öneriler .....	99
5.6. Altıncı Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç ve Öneriler.....	100
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>102</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>111</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>119</b>

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ YAZILI  
ARGÜMANLARINDAKİ ÇOKLU GÖSTERİMLERİN VE MODSAL  
BETİMLEMELERİN GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

**Dursun YALÇIN**

**Yozgat Bozok Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İlköğretim Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**2019; Sayfa: 119**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Fatma YAMAN**

**ÖZET**

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin ve modsal betimlemelerin gelişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada nitel araştırma yaklaşımı uygulanmış ve doküman incelemesi yapılmıştır. Çalışmanın örneklemini İç Anadolu Bölgesinde yer alan bir üniversitenin birinci sınıfında öğrenim gören 9 Fen Bilgisi öğretmen adayı (FBÖA) oluşturmaktadır. FBÖA'lara Genel Kimya Laboratuvarı-I ve II derslerinde Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) yaklaşımına uygun 20 etkinlik uygulanmıştır. Uygulamalar 28 haftada tamamlanmıştır. FBÖA'ların ATBÖ yaklaşımına göre hazırladıkları 180 laboratuvar raporu veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Elde edilen veriler argümanların kalitesi, kullanılan çoklu gösterimler ve modsal betimlemeler açısından incelenmiştir. Bu bağlamda betimsel ve içerik analizi yapılmıştır. FBÖA'ların argümanlarının kalitesi analitik ve bütüncül argüman olarak; yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimler makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel seviyeler göz önünde bulundurularak analiz edilmiştir. Analiz yapılırken kullanılan gösterimlerin türüne, sayısına ve birbiriyle ne kadar bağlantılı olarak kullanıldıklarına dikkat edilmiştir. Modsal betimlemeler analiz edilirken hangi tür modsal betimlemeler kullanıldığına ve bunların yazılı argümanların hangi kısımlarında kullanıldıklarına bakılmıştır. Çalışma sonucunda, FBÖA'ların bütüncül argümanları ve çoklu gösterimlerinin kalitesinin zamanla arttığı, birbirine paralel bir gelişim gösterdiği ve iç içe geçtiği ortaya çıkmıştır. FBÖA'ların kullandıkları çoklu gösterim ve modsal betimlemelerde seçici davrandıkları belirlenmiştir. Ayrıca, modsal betimlemeler

açısından yazılı argümanlarındaki formül ve şekillerin, çoklu gösterimler açısından makroskobik ve sembolik seviyedeki gösterimlerin önemli bir yer tuttuğu ortaya çıkmıştır. Sembolik seviyenin makroskobik mikroskobik ve cebirsel seviyeler arasında bir köprü görevi gördüğü belirlenmiştir. FBÖA'ların farklı bağlamlarda konuşma ve yazma etkinlikleriyle birlikte argümanlarını oluşturmalarına fırsatlar verilmelidir. FBÖA'ların gösterimsel yeteneklerinin gelişmesi için gösterimleri üretmeleri, yansıtmaları ve iddialarını desteklemek amacıyla kanıt olarak kullanmaları önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımı, Yazılı argüman, Çoklu gösterimler, Modsal betimlemeler





**EXAMINING THE DEVELOPMENT OF PRE-SERVICE SCIENCE  
TEACHERS' MULTIPLE LEVELS OF REPRESENTATION AND  
MULTI-MODEL REPRESENTATIONS IN WRITTEN ARGUMENTS**

**Dursun YALÇIN**

**Yozgat Bozok University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Elementary Department  
Master of Science Thesis**

**2019; Page: 119**

**Thesis Supervisor: Dr. Fatma YAMAN**

**ABSTRACT**

This study investigated the development of preservice science teachers' multiple levels of representation and multi-model representations in their written arguments. Qualitative research approach was used, and document analysis was done in the study. The participations of the study consisted of 9 pre-service science teachers (PSTs) enrolled in a university located in the center region of Anatolia. The PSTs were implemented 20 experiments using the Science Writing Heuristic (SWH) approach in General Chemistry-I and II courses. The implementations were completed in 28 weeks. The PSTs' 180 SWH laboratory reports were used as data instrument. Gathered data were examined in terms of the quality of arguments, multiple levels of representations and multi-model representations. In this context, descriptive and content analysis were done. Whilst the PSTs' written arguments were analyzed using analytical and holistic arguments, multiple levels of representations were analyzed considering the macroscopic, microscopic, symbolic and algebraic levels. While analyzing these representations the type, number, connectedness and in which part of the written arguments the PSTs used these representations were taken into account. The results showed that the PSTs' holistic argument and multiple levels of representations increased over time, they showed parallel patterns and were intertwined. The PSTs were selective in terms of representations that they used. The results also showed that the formula and figures and the macroscopic and

symbolic levels of representations played an important role in the PSTs' written arguments. Symbolic level was a bridge among the macroscopic, microscopic and algebraic levels of representation. The PSTs should be provided with writing and talking opportunities when they construct and critic their arguments. To develop representational competency, the PSTs should be encouraged to generate reflect and use these representations as evidence while they support their knowledge claims.

**Keywords:** The Science Writing Heuristic Approach, Written arguments, Multiple Levels of Representations, Multi-model Representations



## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın planlanması ve yürütülmesinde tez danışmanlığımı üstlenerek, çalışmamın her aşamasında bilgisini, yardımını, ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Fatma YAMAN'a, sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Eğitim hayatım boyunca beni her zaman destekleyen, her zaman yanımda olan canım annem Emine YALÇIN'a ve bugünlerimi göremeyen ancak bugünlere gelmemde büyük emeği olan rahmetli babam Hanifi YALÇIN'a,

Tüm içtenliğiyle maddi-manevi destek olan, bilgi ve hoşgörüsünden yararlandığım canım eşim Değerli Matematik Öğretmeni Hatice YALÇIN'a,

Varlığını öğrendiğim andan beri kendime olan inancımı tekrar kazanmamı sağlayan, kendi minik desteği çok büyük olan ve Nisan 2019'da aramıza katılacak olan canım OĞLUM'a,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

## TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 2.1:</b> Argümantasyon Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının (ATBÖ) Üç Farklı Fazı.....	8
<b>Tablo 2.2:</b> Ulusal ve Uluslararası Alanda ATBÖ Yaklaşımı Kullanılarak Yapılan Çalışmalar.....	11
<b>Tablo 3.1:</b> ATBÖ Deneylerinin Adı ve İçeriği.....	27
<b>Tablo 3.2:</b> ATBÖ Öğrenci Şablonu ve FBÖA'lardan İstenenler.....	30
<b>Tablo 3.3:</b> Analitik ve Bütüncül Argümanların Puanlanması.....	46
<b>Tablo 3.4:</b> Ö1 Kodlu FBÖA'nın Raporundaki Bütüncül ve Analitik Argümanın Analiz Örneği.....	48
<b>Tablo 3.5:</b> Çoklu Gösterim Türleri, Açıklamaları ve Örnek FBÖA Cevapları...	50
<b>Tablo 3.6:</b> Modsal Betimleme Türleri, Açıklamaları ve Örnek FBÖA Cevapları.....	54
<b>Tablo 4.1:</b> Çoklu Gösterim Türlerinin ATBÖ'nün Basamaklarına Göre Dağılımı.....	78
<b>Tablo 4.2:</b> Çoklu Gösterim Türlerinin ATBÖ'nün Basamaklarına Göre Ayrıntılı Dağılımı.....	80
<b>Tablo 4.3:</b> ATBÖ'nün Basamaklarına Göre Modsal Betimlemelerin Kullanımı.....	89

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Şekil 3.1:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Ön Kavram Haritası..... 32
<b>Şekil 3.2:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Bireysel, Grup ve Sınıf Başlangıç Soruları..... 33
<b>Şekil 3.3:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Yöntem Kısmı..... 33
<b>Şekil 3.4:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Gözlem Kısmı-1..... 35
<b>Şekil 3.5:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Gözlem Kısmı-2..... 35
<b>Şekil 3.6:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Gözlem Kısmı-3..... 36
<b>Şekil 3.7:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Gözlem Kısmı-4..... 36
<b>Şekil 3.8:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki İddia Kısmı..... 37
<b>Şekil 3.9:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Kanıt Kısmı-1..... 39
<b>Şekil 3.10:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Kanıt Kısmı-2..... 39
<b>Şekil 3.11:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Kanıt Kısmı-3..... 40
<b>Şekil 3.12:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Kanıt Kısmı-4..... 40
<b>Şekil 3.13:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Yansıtma Kısmı-1..... 42
<b>Şekil 3.14:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Yansıtma Kısmı-2..... 42
<b>Şekil 3.15:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Yansıtma Kısmı-3..... 43
<b>Şekil 3.16:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Yansıtma Kısmı-4..... 43
<b>Şekil 3.17:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Son Kavram Haritası..... 44
<b>Şekil 4.1:</b>	Ö7 Kodlu FBÖA'nın 1. Deneyinin Kanıt Kısmı..... 59
<b>Şekil 4.2:</b>	Ö7 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyinin İddia Kısmı..... 60
<b>Şekil 4.3:</b>	Ö7 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyinin Kanıt Kısmı-1..... 60
<b>Şekil 4.4:</b>	Ö7 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyinin Kanıt Kısmı-2..... 61
<b>Şekil 4.5:</b>	Ö7 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyinin Kanıt Kısmı-3..... 61
<b>Şekil 4.6:</b>	Ö5 Kodlu FBÖA'nın 2. Deneyinin İddia ve Kanıt Kısımları..... 62
<b>Şekil 4.7:</b>	Ö5 Kodlu FBÖA'nın 20. Deneyinin İddia Kısmı..... 64
<b>Şekil 4.8:</b>	Ö5 Kodlu FBÖA'nın 20. Deneyinin Kanıt Kısmı-1..... 64
<b>Şekil 4.9:</b>	Ö5 Kodlu FBÖA'nın 20. Deneyinin Kanıt Kısmı-2..... 65
<b>Şekil 4.10:</b>	Ö5 Kodlu FBÖA'nın 20. Deneyinin Kanıt Kısmı-3..... 65
<b>Şekil 4.11:</b>	Ö4 Kodlu FBÖA'nın 1. Deneyinin Gözlem Kısmı..... 68

<b>Şekil 4.12:</b>	Ö4 Kodlu FBÖA'nın 17. Deneyinin Gözlem Kısmı-1.....	69
<b>Şekil 4.13:</b>	Ö4 Kodlu FBÖA'nın 17. Deneyinin Gözlem Kısmı-2.....	70
<b>Şekil 4.14:</b>	Ö6 Kodlu FBÖA'nın 1. Deneyinin Gözlem Kısmı.....	71
<b>Şekil 4.15:</b>	Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-1.....	73
<b>Şekil 4.16:</b>	Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-2.....	73
<b>Şekil 4.17:</b>	Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-3.....	74
<b>Şekil 4.18:</b>	Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-4.....	74
<b>Şekil 4.19:</b>	Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-5.....	75
<b>Şekil 4.20:</b>	Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-6.....	75
<b>Şekil 4.21:</b>	Ö7 Kodlu FBÖA'nın 7. Deneyi- Yükseltgenme-İndirgenme Deneyi .....	82
<b>Şekil 4.22:</b>	Ö3 Kodlu FBÖA'nın 8. Deneyi- Çözünme-Çökelme Deneyi.....	82
<b>Şekil 4.23:</b>	Ö3 Kodlu FBÖA'nın 3. Deneyi- Kimyasal ve Fiziksel Değişmeler.....	83
<b>Şekil 4.24:</b>	Ö9 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneyi- Kimyasal Tepkimeler.....	83
<b>Şekil 4.25:</b>	Ö1 Kodlu FBÖA'nın 17. Deneyi- Çözünürlük Dengesi.....	84
<b>Şekil 4.26:</b>	Ö8 Kodlu FBÖA'nın 13. Deneyi- Tepkime Hızına Etki Eden Faktörler.....	85
<b>Şekil 4.27:</b>	Ö7 Kodlu FBÖA'nın 13. Deneyi- Tepkime Hızlarına Etki Eden Faktörler.....	86
<b>Şekil 4.28:</b>	Ö3 Kodlu FBÖA'nın 9. Deneyi- Kinetik Kurama Bağlı Gaz Özellikleri.....	87

## GRAFİKLER LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Grafik 4.1:</b> FBÖA'ların Yazılı Argümanlarının Kalitesi.....	57
<b>Grafik 4.2:</b> FBÖA'ların Çoklu Gösterimlerinin Kalitesi.....	66
<b>Grafik 4.3:</b> FBÖA'ların Yazılı Argümanları ve Çoklu Gösterimlerinin Kalitesi.....	76



## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ATBÖ</b>	: Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme
<b>FBÖA</b>	: Fen Bilgisi Öğretmen Adayaları
<b>MAS</b>	: Makroskobik Seviye
<b>MİS</b>	: Mikroskobik Seviye
<b>SES</b>	: Sembolik Seviye
<b>CEB</b>	: Cebirsel Seviye
<b>MAS-MİS</b>	: Makroskobik- Mikroskobik Seviye
<b>MAS-SES</b>	: Makroskobik- Sembolik Seviye
<b>MAS-CEB</b>	: Makroskobik- Cebirsel Seviye
<b>MİS-SES</b>	: Mikroskobik- Sembolik Seviye
<b>SES-CEB</b>	: Sembolik – Cebirsel Seviye
<b>MAS-MİS-SES</b>	: Makroskobik- Mikroskobik- Sembolik Seviye
<b>MAS-SES-CEB</b>	: Makroskobik- Sembolik- Cebirsel Seviye
<b>MAS-MİS-SES-CEB</b>	: Makroskobik- Mikroskobik- Sembolik -Cebirsel Seviye



## 1. GİRİŞ

Bu kısımda çalışmanın amacı, önemi, problemi, araştırma soruları, araştırmanın sınırlılıkları ve varsayımları açıklanmıştır.

Fen bilimleri tarafından ortaya atılan, insan yaşamındaki gelişme ve değişimler birçok ülkeyi fen bilimlerinin doğasını öğretmeye yönlendirmiştir. Fen bilimlerinin öğretiminde göze çarpan durumlardan biri, fen bilimlerinin özellikle laboratuvarda meydana gelen etkinliklere, gözlem ve deneye dayalı olmasıdır [1]. Ayrıca alanyazında laboratuvarların fen/kimya derslerinde etkin bir şekilde kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır [2-4]. Öğrencilere genelleme, sınav ve problem çözme yeteneklerini geliştirmek için fırsatlar sağlama fen eğitiminin en temel amaçlarından biridir. Fakat günümüzde fen eğitimi daha çok ezbere dayanmakta, teorik ve laboratuvar derslerinin ölçmesi ise daha çok öğrencilerin olayları nasıl ezberlediklerini ölçmeye yöneliktir [4]. Bu problem, fen/kimya eğitiminde çözülmesi gereken en önemli problemdir [4]. Türkiye'deki fen/kimya eğitimi araştırmalarında da benzer durum ortaya çıkmaktadır.

Fen/kimya eğitimcileri öğrencilerin bilimsel kavramları ve prensipleri anlamlı bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olmak için araştırmalar yapmaktadırlar. Öğrencilerin bilim adamı gibi düşünmelerini sağlamak için yemek tarifi gibi laboratuvar aktivitelerinden kaçınmaları gerekmektedir [3]. Bu sebepten, öğrencilerin araştırmaya dayalı laboratuvarlarda eğitim görmeleri sağlanmalıdır ve onların araştırma laboratuvarında nasıl düşüneceği konusunda rehberlik edilmesine ihtiyaçları vardır. Ayrıca, fen bilgisi eğitiminde son yıllarda hem ulusal hem de uluslararası alanda yapılan çalışmalar, argümantasyon tabanlı araştırmalar üzerinde odaklanması gerektiğini göstermektedir [5, 6]. Bu bağlamda, öğrencilerin soru üretebilmeleri, etkinliklerini tasarlamaları, veri üretmeleri, iddia oluşturmaları ve kanıttan argüman oluşturmaları gerektiği vurgulanmaktadır [6]. Ayrıca, dil olmadan fen olmayacağı [7], öğrencilerin fen okuryazarlığını artırmak için feni öğretim ve öğrenmede dilin rolü üzerinde odaklanılması gerektiği ifade edilmektedir [8]. Fendeki bilgiler argümanlar aracılığıyla inşa edilmekte ve argümanlar da dili kullanarak ilerlemektedir [9]. Bu bağlamda, öğrencilerin yazılı argümanlarındaki dilin kritik rolünün anlaşılması ve

dilin gelişmesine olanak sağlayacak ortamların araştırılması önem arz etmektedir [10]. Bu sebeple yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının yazılı argümanlarının nasıl geliştiği üzerinde odaklanılmıştır. Ayrıca, öğretmen adaylarının yazılı argümanlarındaki dilin (çoklu gösterimlerin ve modsal betimlemelerin) nasıl geliştiği araştırılmıştır.

### **1.1.Problemin Tanımı**

Fen/kimya eğitiminde laboratuvar aktiviteleri merkezi ve önemli bir role sahiptir. Bu yüzden fen/kimya eğitimcileri, öğrencileri laboratuvar aktivitelerine katmanın onları daha başarılı yapacağı görüşünü savunmaktadır [2, 11, 12]. Son 30 yılda yapılan araştırmalar geleneksel yöntemle işlenen laboratuvar derslerinde öğrencilerin bazı yöntem ve teknikleri kazanmasına rağmen ilgilene konuyla ilgili kavramları çok az öğrendiklerini ortaya çıkarmıştır [2, 13, 14]. Bu problemin üzerine gitmek için üniversite seviyesindeki kimya laboratuvarlarında araştırma ve işbirliğine dayalı öğretim stratejileri kullanılmaya başlanmıştır [15, 16]. Araştırmaya dayalı laboratuvarlarda öğrencilere deneyleri nasıl yapacakları açıkça anlatılmamakta, onlardan deneylerini kendilerinin tasarlamaları istenmektedir. Araştırma sürecine katılan öğrenciler yaptıkları şeyleri daha iyi anlamakta ve bunları niçin yaptıklarını bilmektedir. Çünkü öğrenciler bir hipotez öne sürmekte, bu hipotezi test etmek için bir deney tasarlamakta, veri toplamakta, gözlem yapmakta ve gözlemleri ile teorik bilgi arasında bir bağlantı kurmak zorundadır [3, 4].

Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) yaklaşımı araştırmaya dayalı laboratuvarlarda kullanılan yaklaşımlardan biridir. Bu yaklaşım, araştırma-sorgulama çerçeveli öğrenme ortamlarında argümantasyon yolu ile bilimsel bilginin üretilmesini sağlayan ve dil pratikleri ile bilişsel ve üst bilişsel mekanizmaları harekete geçiren bir uygulamadır. ATBÖ yaklaşımı öğrencilerin; başlangıç soruları, açıklamalar, test, iddia ve kendi iddialarına oluşturdukları kanıtlar üzerine yaptıkları küçük ve büyük tartışmalar ile fen kavramlarını argümantasyon yolu ile anlama ve anlamlandırmalarına yardımcı olur [17-19].

Uluslararası alanyazında ATBÖ ortamlarındaki öğrencilerin fizik, kimya ve biyoloji başarısını inceleyen çok sayıda araştırma bulunmaktadır [20-23]. Son dönemlerde

Türkiye’de de ATBÖ yaklaşımı uygulanmaya başlanmıştır ve sonuçları öğrenmede ve öğrenmenin kalıcılığında yaklaşımın etkili olduğuna dair ipuçları vermektedir. İlköğretim ve lise seviyesinde yapılan çalışmalarda, bu yaklaşımın öğrencilerin kavramsal anlamalarını artırdığı, öğrencilerin akademik anlamda daha başarılı olduğu ve fen derslerine karşı olumlu tutum geliştirdikleri tespit edilmiştir [18, 19]. Bununla birlikte, Türkiye’de üniversite seviyesinde ATBÖ laboratuvar ortamlarında kimya alanında yapılmış çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Yaman [24, 25] yaptığı çalışmalarda fen bilgisi öğretmen adaylarının yazılı argümanlarının ve yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin gelişimini incelemiştir. Ancak, bu çalışmaların tekrarlanabilirliğinin olup olmadığının araştırılması gerekmektedir. Ayrıca, öğrencilerin yazılı argümanlarındaki modsal betimlemelerinin nasıl geliştiğinin araştırılması öğrencilerin kavramsal anlamalarının oluşmasında önem arz etmektedir. Bu bağlamda, bu alanda yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Ülkemizdeki ilköğretim ve ortaöğretim müfredatları incelendiğinde, öğrencilerden bilimin doğasını ve ilgili kavramları öğrenmeleri, bilimsel süreç becerilerini geliştirmeleri, derslerde aktif olmaları, kendi öğrenmelerinden sorumlu olmaları ve aktif öğrenme ortamlarında öğrenim görmeleri istenmektedir. Ayrıca, öğrencilerin yazılı ve sözlü argümanlarını oluşturmaları beklenmektedir [26]. Bu bağlamda, öğrencilerin performansı yükseltmek isteniyorsa nitelikli öğretmen yetiştirilmek zorundadır. Geleneksel laboratuvar yöntemleriyle nitelikli öğretmenlerin yetişmeyeceği açıktır [27]. Öğretmenlerin kendi öğrendiklerini öğrettikleri göz önünde bulundurulduğunda, nitelikli öğretmenlerin yetişmesi için, lisans düzeyinde eğitim görürken öğretmen adaylarının bu ortamlarda ders görmeleri ve deneyim kazanmaları gerekmektedir. Ülkemizde de buna benzer ortamların oluşturulmasına, bir bilgi birikimine ve uygulayıcılara ihtiyaç duyulmaktadır.

## **1.2.Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının (FBÖA) yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin ve modsal betimlemelerin gelişimlerini incelemektir. Bu bağlamda, çalışmanın alt amaçları;

1) FBÖA'ların ATBÖ yaklaşımına uygun olarak hazırladıkları laboratuvar raporlarını yazılı argümanların gelişimi açısından incelemektir.

2) FBÖA'ların yazılı argümanlarındaki (ATBÖ yaklaşımına uygun olarak hazırladıkları laboratuvar raporlarının) çoklu gösterimlerin gelişimini, öğrencilerin yazılı argümanlarında kullandıkları çoklu gösterimlerin türünü ve bu çoklu gösterimlerin yazılı argümanların (ATBÖ yaklaşımının) hangi bölümlerinde kullandıklarını incelemektir.

3) FBÖA'ların yazılı argümanlarında kullandıkları modsal betimlemeleri ve bu modsal betimlemelerin yazılı argümanların hangi bölümlerinde kullanıldığını incelemektir.

### **1.3.Araştırma Sorusu**

Ülkemizde üniversite seviyesindeki kimya laboratuvarlarında genelde geleneksel yöntemle ders işlenmektedir. Bu bağlamda, geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının argümantasyon tabanlı araştırma ve sorgulamaya dayalı laboratuvar ortamlarında ders işlemeleri ve deneyim kazanmaları gerekmektedir. Bu çalışmada, ülkemizdeki üniversitelerde az sayıda örneği bulunan “Kimya laboratuvarlarındaki ATBÖ ortamlarında öğretmen adaylarının yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin ve modsal betimlemelerinin gelişimleri nasıldır?” sorusuna cevap aranmaktadır. Çalışmanın alt araştırma soruları şunlardır:

1) FBÖA'ların yazılı argümanlarındaki gelişim nasıldır?

2) FBÖA'ların yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin (makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel) gelişimi nasıldır?

3) FBÖA'ların yazılı argümanlarındaki bütüncül argümanların gelişimi ve çoklu gösterimlerin gelişimi arasında herhangi bir ilişki var mıdır?

4) FBÖA'lar yazılı argümanlarında çoklu gösterimleri birbirlerine nasıl bağlantılamaktadır?

5) FBÖA'lar yazılı argümanlarında ne tür modsal betimlemeler kullanmaktadır?

6) FBÖA'lar modsal betimlemeleri argümanın hangi kısımlarında kullanmaktadır?

#### **1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Araştırma süreci içerisinde bazı sınırlılıkların varlığı kabul edilmiştir ve bunlar aşağıda sıralanmıştır.

- 1) Araştırma, 2017-2018 eğitim-öğretim yılında İç Anadolu bölgesinde yer alan bir üniversitenin Fen Bilgisi Eğitimi programında öğrenim gören 9 Fen Bilgisi öğretmen adayıyla sınırlıdır.
- 2) Araştırma, FBÖA'ların ATBÖ öğrenci raporlarına yazdıkları ile sınırlıdır.
- 3) Araştırma, Genel Kimya Laboratuvarı I ve II derslerinde işlenen konular ile sınırlıdır.

#### **1.5. Araştırmanın Varsayımları**

Araştırma kapsamındaki varsayımlar aşağıda sunulmuştur.

- 1) Örneklem grubu seçiminin araştırmanın amaçlarıyla uyumlu olduğu varsayılmıştır.
- 2) FBÖA'ların ATBÖ raporlarını içtenlikle yazdıkları varsayılmıştır.
- 3) FBÖA'ların ATBÖ raporlarına konuyla ilgili argümanlarını, çoklu gösterimlerini ve modsal betimlemelerini en iyi şekilde yansıttıkları varsayılmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Bu kısımda çalışmanın kuramsal çerçevesi kapsamında; argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı, kimyadaki çoklu gösterimler, fendeki modsal betimlemeler ve fen sınıflarındaki yazma etkinlikleri açıklanacaktır.

### 2.1.Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımı

Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) yaklaşımı, Hand ve Keys [21] tarafından geliştirilmiştir. Türkçe'ye önce Yapararak Yazarak Bilim Öğrenme (YYBÖ) yaklaşımı olarak çevrilmiş ve sonrasında ise Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) yaklaşımı olarak kullanılmaya başlanmıştır [18, 19]. ATBÖ yaklaşımı bilimsel argümantasyon inşa edilirken dilin bir araç olarak kullanıldığı bir yaklaşımdır. Ülkemizde bu yaklaşımın öğrenci ve öğretmen şablonu yapılan çalışmalarda kullanılmaktadır [18, 19]; ancak, son yıllarda Hand ve arkadaşları [5, 28] bu yaklaşımın son halini Tablo 2.1'de gösterildiği şekliyle daha geniş bir perspektiften sunmuştur. Bu yaklaşım “epistemik çatının altında yatanların geliştirilmesi”, “argüman fazı” ve “özet yazma fazı” olmak üzere üç fazdan oluşmaktadır.

“Epistemik çatının altında yatanların geliştirilmesi fazı”, bilimsel uygulamaların gelişimine ve öğrenmenin fendeki büyük fikirler etrafında nasıl çevrelendiğinin anlaşılmasına dayanmaktadır. Bu faz, dilin önemini, argümanın yapı (soru/iddia/kanıt) ve uygulamalarını dikkate almaktadır. Öğrencilerin ön bilgilerinin belirlenmesini, müzakerelerin önemini, öğrenmede grup rolünü ve toplum yanlısı (prosocial) ortamın gelişimini vurgulamaktadır [5, 28].

“Argüman fazı”, araştırma ve fen ile ilgili öğrenmelerin gerçekleştiği fazdır [5, 28]. Burada amaç diğerlerini ikna etmektir ve bilginin henüz yerleşmediği durumdan bilginin yerleştiği duruma doğru bir geçiş vardır [5, 28, 29]. Bu faz, soru, iddia ve kanıt yapısı etrafında çevrelenmiştir ve Walton'un [30] argüman yapısını merkeze almaktadır. Walton'un argüman yapısı beş bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi test edilecek iddia ya da öncül, ikincisi verinin üretilmesi, üçüncüsü kanıt üretmek için verinin toplanması ve sonuca varılması, dördüncüsü bir dizi gerekçelendirme yaparak sonucu kanıtlamak ve beşincisi nihai sonuca varmaktır.

Öğrenciler araştırmaya test edilecek bir önerme (soru/öncül) ile başlamakta ve önerme belirleme işini bireysel, grup ve sınıfça olmak üzere üç farklı şekilde yapmaktadır. Sonrasında ise öğrenciler veri toplamakta ve kanıt üretmek için sonuç çıkarmaktadır. Bu aşamada öğrencilerin kanıtlarını oluşturmaları için verilerini gerekçelendirmeleri gerekmektedir. Öğrenciler, öncül ve kanıt (gerekçelendirme) arasında bir dizi gerekçelendirme belirlemekte ve nihai sonucu üretmektedir. Burada ifade edilen nihai sonuç, iddiadır. Walton, üretilen iddiaların harici bir değerlendirilmesinin yapılması gerektiğinden bahsetmektedir [30]. Bu bağlamda, grupça elde edilen iddia ve kanıtlar sınıfça tartışılmakta ve sonrasında disiplindeki bilgilerle iddiaların doğruluğu karşılaştırılmaktadır [5, 25]. Bu süreç boyunca, öğrenciler argümantasyonu yazılı ve sözlü olarak gerçekleştirmekte ve okuma, yazma, konuşma, dinleme gibi dilin aktif olan dört bileşenini kullanmaktadır [21, 31, 32].

“Özet yazma fazı”nda amaç bilgilendirme yapmaktır ve bu faz öğrenme amaçlı yazma etkinliklerini içermektedir. Bu fazda öğrencilerden büyük fikirlerini akranlarına ya da kendilerinden yaşça küçük birilerine anlatmaları beklenmektedir. Bu faz, bir dizi dil transfer sürecini içerdiği için zihinsel olarak çaba gerektiren bir kısımdır. Çünkü öğrenciler, öncelikle bilimsel dili günlük hayattaki bilgiye çevirmekte sonrasında ise muhatabın anlayacağı dile çevirmektedir. Öğrenciler bu aşamada, yazma etkinliklerinde kullanacağı materyali seçmekte, onları bir araya getirmekte ve birleştirmektedir. Ayrıca, öğrenciler fen dilini muhatabın anlayacağı dile çevirmekte ve büyük fikirleri açıklamak için hangi modsal betimlemeleri kullanacağını belirlemektedir [5, 28].

**Tablo 2.1.** Argümantasyon Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının (ATBÖ) Üç Farklı Fazı

<b>Epistemik çatının altında yatanların gelişimi</b>	<b>Argüman fazı (amaç ikna etmek)</b>	<b>Özet yazma fazı (amaç bilgilendirmek)</b>
Ünite “üç büyük fikir” etrafında çevrelendirilir. 1.Fen kavramı 2.Öğrenme müzakere ile ilgilidir 3.Dilin rolü	Araştırmanın başlangıcı: sorgulanacak öncül (bireysel/ küçük grup/tüm sınıf müzakeresi) *Sınıf tarafından üretilen (öncül ve gerekçe) test edilecek soru (öncül) *Sınıf tarafından üretilen (öncül ve gerekçe) kullanılacak yöntem	Büyük fikirlerin sentezinin sergilenmesi: üç dönüşüm beklenir. 1.Seçici: ilişkili olduğu düşünülen materyali seçer. 2.Organizasyon: ilişkili materyalleri belli bir düzende bir araya getirir. 3.Birleştirici: iki ya da daha fazla önermeyi, fikri, olguyu ya da iddiayı birleştirmek için bağlantılar üretir.
Öğrencilerin ön bilgileri belirlenir ve ünite planı öğrencilerin ön bilgileri dikkate alınarak hazırlanır.	Küçük grup müzakeresi sonucu kanıt üretilir. Bu esnada, veri göz önünde bulundurulur. İnşa ve kritik ederek gerekçelendirme sürecinin aktif kullanımını gerektirir. Yöntemin uygulanmasından veri elde edilir. Kanıt üretmek için veri analiz edilir. (veriler birbirine bağlantılanarak gerekçelendirme aracılığıyla bir dizi önerme üretilir)	Konuların büyük fikirleri Argüman fazı/sınıf aktivitelerindeki bilgi iddialarını bağlantılar. Akranına ya da daha genç bir öğrenciye yazar. Fen fikirlerini muhatabın diline transfer eder.
Müzakere için kurallar geliştirilir. İnsanlar değil fikirler üzerinde durulur. Grup rolü önemlidir. Prosocial ortamın gelişimi -bilgi uyanıklığı -bilgi doğruluğu	İddia üretmek için harici değerlendirme (inşa ve kritik ederek gerekçelendirme sürecinin aktif kullanımını gerektirir) Seviye 1: küçük grup iddia ve kanıtlarının tüm sınıfça değerlendirmesi (Gerekçelendirmeyle savunulması gerekir.) Seviye 2: disiplin normlarıyla değerlendirilme (Grupça üretilen iddia ve kanıtların disiplin normlarıyla gerekçelendirilmesi)	Gösterimsel talepler Kavramları açıklamak için uygun modları kullanma Metin ve diğer modlar arasındaki uyum
Bilimsel epistemik uygulamaların tartışılması -soru üretilmesi -araştırma yöntemi -Soru/iddia/kanıt yapısı	Sonuç: iddia (öncül ve gerekçelendirme sonuca yönlendiriyor) *Tüm araştırma süreci boyunca bir dizi gerekçelenmeye odaklanır-toplam argüman (soru+kanıt+iddia) *İkna edici bir bilgi önermesi üretilir.	Kompleks bilgi etkinliği Kritik analitik düşünme Argüman bilgisi için farklı epistemik etkinlik



Bu yaklaşımla ilgili ulusal ve uluslararası alanda yapılan 35 adet çalışmaya erişilmiştir ve bunlar Tablo 2.2’de sunulmuştur. İncelenen çalışmaların 20’sinin ulusal [18, 19, 24, 25, 37, 38, 39, 42, 43, 45-51, 53, 54, 57, 58], 15’inin uluslararası [4, 5, 20, 23, 31, 33-36, 40, 41, 44, 52, 55, 56] alanda yapıldığı anlaşılmaktadır. Bu çalışmaların 13 tanesinin ilkokul ve ortaokul [5, 37, 40, 43, 45-47, 51, 53, 54-57], 3 tanesinin lise [18, 19, 44], 1 tanesinin hem ortaokul hem de lise [35], 16 tanesinin üniversite düzeyinde [20, 23-25, 31, 33, 36, 38, 39, 41, 42, 48-50, 52, 58] yapıldığı görülmektedir. İki tanesinin ise ATBÖ yaklaşımının uygulanabilirliği üzerine odaklandığı söylenebilir [4, 34]. Üniversite düzeyinde yapılan çalışmaların 9’unun kimya laboratuvarında [23-25, 31, 33, 36, 41, 52, 58], 5’inin fen laboratuvarında [38, 42, 48-50], 2’sinin biyoloji laboratuvarında [20, 39] uygulandığı anlaşılmaktadır. Kimya laboratuvarında uygulanan çalışmaların 6 tanesi uluslararası düzeyde [23, 31, 33, 36, 41, 52], 3 tanesi ulusal [24, 25, 58] düzeydedir. Bu bağlamda kimya laboratuvarında ulusal düzeyde yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu söylenebilir.

Tablo 2.2’de görüldüğü gibi ATBÖ yaklaşımının uygulandığı çalışmaların çoğunluğunun kavramsal anlamaya [33, 36, 39, 44, 55, 57] ve akademik başarıya [18, 19, 23, 31, 37-39, 42-45, 53, 54] odaklandığı ve çalışmalardan olumlu sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Tablo 2.2 detaylı bir şekilde incelendiğinde ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin kavramsal başarılarına [35, 46-48], kritik düşünme becerilerine [5, 52], bilimsel süreç becerilerine [39, 51], eleştirel düşünme becerilerine [53], üstbilişsel düşünme becerilerine [46, 53, 54], yazma becerilerine [20, 42], uygulanabilirliğine [4, 34], pedagojik alan bilgisine [49], yazılı [24, 41, 47, 56] ve sözlü argümanlarına [56] olumlu etkisinin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Buna karşın yalnızca bir çalışmada ATBÖ yaklaşımının kavramsal başarıya bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır [50]. Tablo 2.2 incelendiğinde; çalışmaların 4’ünde ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin argüman kalitesine etkisinin [24, 25, 31, 47], 2’sinde çoklu gösterimler (makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel seviye) üzerine etkisinin incelendiği görülmektedir [25, 58]. Çalışmaların 3’ünde ise modsal betimlemeler ortaokul ya da üniversite seviyesinde fen bilgisi laboratuvarında yapılan çalışmalarda incelenmiştir [37, 42, 50]. Bu bağlamda kimya laboratuvarında çoklu gösterimler ve modsal betimlemelerle ilgili olarak yapılan araştırmaların oldukça az olduğu

görülmektedir. Bu çalışmanın argümantasyon tabanlı araştırma bilim öğrenme ortamında öğrencilerin argümanlarını, çoklu gösterimlerini ve modsal betimlemelerini nasıl yapılandıklarını ortaya çıkararak bu alanda yapılacak diğer çalışmalara örnek olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma ile alanyazındaki bu eksiklik giderilmeye çalışılmaktadır.



**Tablo 2.2.** Ulusal ve Uluslararası Alanda ATBÖ Yaklaşımı Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Yazarlar	Amaç	Örneklem	Veri Toplama Araçları	Sonuç
Burke, Greenbowe ve Hand [4]	ATBÖ yaklaşımının kimya laboratuvarlarında nasıl uygulandıklarını detaylı bir şekilde açıklamak	-	-	ATBÖ yaklaşımının, araştırma, sorgulama ve yazma etkinliklerinin birleşimi olduğu ifade edilmiştir. Öğrencilerden yemek tarifi gibi laboratuvar etkinliklerinden kaçınılması istenmektedir. Öğrencilerden soru sorması, veri toplaması, veri analiz etmesi, kanıtlara dayanarak iddialarda bulunması, kendi cevaplarını savunması ve arkadaşlarının cevaplarını kritik etmesi beklenmektedir. Uygulama öğretmeni ATBÖ yaklaşımını ne kadar iyi uygularsa, öğrencilerin laboratuvar yazmalarının o kadar iyi olacağı ifade edilmektedir.
Hand ve ark. [5]	ATBÖ yaklaşımı kullanarak dezavantajlı ilkökul öğrencilerinin kritik düşünme becerilerini geliştirmek	4-8. sınıflardaki 9963 öğrenci	Cornel kritik düşünme testi	Öğrencilerin fen içerikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, kritik düşünme becerileri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.
Kıngır, Geban ve Günel [18]	ATBÖ yaklaşımının lise öğrencilerinin kimyasal değişim ve karışımlar konusunda akademik başarıları üzerine etkisini incelemek	9. sınıfta öğrenim gören 122 öğrenci	Kimyasal değişim ve karışım başarı testi	Deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilerden istatistiksel olarak daha iyi kavramsal anlamaya sahip oldukları ortaya çıkarmıştır. ATBÖ yaklaşımı öğrencilerin akademik başarıları arasındaki farklılıkları kapatmıştır.
Kıngır, Geban ve Günel [19]	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin akademik	9. sınıftaki 122 öğrenci	Kimyasal değişim ve karışım başarı testi, yarı	Test ve mülakattan elde edilen sonuçlar deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilerden daha iyi kavramsal anlamaya sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır.

	başarıları üzerine etkisini incelemek		yapılandırılmış mülakat	
Cronje ve ark. [20]	ATBÖ yaklaşımı kullanarak öğrencilerin biyolojideki yazmalarını geliştirmek	98 üniversite öğrencisi	Goldenrod laboratuvar yazma şablonu, yazma etkinliği	ATBÖ grubu öğrencilerinin geleneksel gruptaki öğrencilerden daha yüksek puan aldıkları ortaya çıkmıştır. ATBÖ grubundaki öğrencilerin verileri ile ilgili mantıksal sonuçlar ortaya çıkardıkları ve uygun kanıtlar kullanarak bu sonuçları araştırma raporlarında kullandıkları belirlenmiştir.
Poock ve ark. [23]	ATBÖ yaklaşımının genel kimya laboratuvarlarında öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemek	78 üniversite öğrencisi	Teşhis edici test	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretim üyelerinin ATBÖ yaklaşımını uygulamadaki başarıları ile öğrencilerin akademik başarıları arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.
Yaman [24]	ATBÖ yaklaşımının Fen Bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyona dayalı yazma etkinliklerinin kalitesine ve bilimsel argümantasyona etkisini incelemek	Üniversite 1. sınıftaki 31 öğrenci	ATBÖ değerlendirme rubriği ve yarı yapılandırılmış mülakat	Öğretmen adaylarının argümantasyona dayalı yazma ve araştırma becerileri zamanla artmıştır. Öğretmen adayları başlangıç sorusu, gözlem, iddia ve kanıtları arasında açık bağlantı kurmuştur. Veri ile kanıtı birbirinden farklı olarak düşündükleri ortaya çıkmıştır. Çoklu gösterimler iddialarını kanıtlarken önemli bir rol oynamıştır. Müzakere süreci etkili bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olmuştur. Öğretmen adayları ATBÖ etkinliklerinin hem kendi öğrenmeleri hem de gelecekteki öğretmenlik mesleği için yararlı olduğunu belirtmiştir.
Yaman [25]	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının kimya laboratuvarı-I ve II derslerinde kullandıkları yazılı argümanların ve çoklu gösterimlerin kullanımını ve gelişimini incelemek	Üniversite 1. Sınıfta öğrenim gören 50 öğrenci	Öğretmen adaylarının 976 adet ATBÖ raporu, çoklu gösterim rubriği,	Öğretmen adaylarının bütüncül gösterimlerinin ve argüman kalitelerinin zamanla arttığı, birbirine paralel gelişim gösterdiği ve argümanların kalitesi ile çoklu gösterimlerinin içi içe geçtiği ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin çoğunlukla sembolik seviyeyi kullandıkları ve sembolik seviyenin makroskobik mikroskobik ve cebirsel seviyeler arasında bir köprü görevi gördüğü ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin çoklu gösterimleri kanıt ve yansıtma kısımlarında daha bağlantılı

			argüman kalitesi inceleme rubriği	olarak kullandıkları, çoklu gösterimleri kullanmada seçici oldukları ortaya çıkmıştır.
Choi, Hand ve Greenbowe [31]	ATBÖ yaklaşımı kullanarak öğrencilerin yazılı argümanları ve kimya derslerindeki başarıları arasındaki ilişkiyi araştırmak	Üniversite 1. sınıftaki 33 öğrenci	Analitik ve bütüncül argüman rubriği	Kanıt ve iddia- kanıt arasındaki ilişkinin öğrencilerin toplam argümanları ve bütüncül argümanları için önemli bir öngörücü olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin argüman puanları ve kimya dersindeki başarıları arasında pozitif bir ilişki olduğu ifade edilmiştir.
Rudd II ve ark. [33]	ATBÖ yaklaşımının fiziksel denge konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini incelemek	80 üniversite öğrencisi	Sınav soruları ve anket	ATBÖ öğrenci şablonunun hem öğrenciler hem de eğitimciler için zamanı azalttığı, öğrencilerin daha iyi performansa ve davranışa sahip oldukları ve kavramsal anlamalarının arttığı ortaya çıkmıştır.
Burke ve ark. [34]	ATBÖ yaklaşımını kullanarak kimya araştırma görevlilerini eğitmek	Kimya araştırma görevlileri	ATBÖ'nün örneklerle uygulanması	Araştırma görevlileri ATBÖ yaklaşımını etkili olarak kullandıklarında öğrencilerin kimya test sınavında daha yüksek puan aldığı ortaya çıkmıştır.
Akkus, Günel ve Hand [35]	ATBÖ yaklaşımı kullanarak öğrencilerin kavramsal başarılarını araştırmak	7-11. sınıflardaki 592 öğrenci	Kavram başarı testi, gözlem formu	Çalışmanın uygulama kalitesinin öğrencilerin başarıları üzerinde etkisi olduğu ve yüksek kalitede uygulama yapılan ATBÖ grubunda öğrencilerin başarıları arasında farklılıkların kapandığı sonucu ortaya çıkmıştır.
Rudd II, Greenbowe ve Hand [36]	ATBÖ yaklaşımının kimyasal denge konusundaki anlamalarına etkisini incelemek	52 üniversite öğrencisi	Kaliforniya kimya teşhis edici testi	ATBÖ yaklaşımını kullanan öğrencilerin kontrol grubu öğrencilerinden kimyasal denge konusunda daha iyi anlamaya sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Günel, Atila ve Büyükkasap [37]	Farklı betimleme modlarıyla hazırlanan öğrenme amaçlı yazma aktivitelerinin ilköğretim öğrencilerinin akademik başarıları üzerine etkisini araştırmak	6. Sınıfta öğrenim gören 75 öğrenci	Yaşamımızda elektrik ünitesi ile ilgili Konu Tabanlı Fen ve Teknoloji Başarı Testi	Modsal betimleme kullanarak yazma etkinliği yapan öğrencilerin modsal betimleme kullanmadan yazma etkinliği yapan öğrencilere göre akademik başarılarının daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır.
Günel, Kabataş-Memiş ve Büyükkasap [38]	Öğrenme amaçlı yazma etkinliklerinin ve analogi kullanmanın fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisini araştırmak	Üniversite 3. Sınıfta öğrenim gören 157 öğrenci	Mekanik ünitesine yönelik hazırlanan kavram başarı testi	Öğretmene ve 6. sınıf öğrencisine yazan grup arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Aynı gruba yazılan mektup etkinliği ve analogi kullanılarak yazılan mektup etkinliği arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Analogi kullanarak 6. sınıf öğrencisine mektup yazan grubun analogi kullanarak öğretmene yazılan gruptan daha başarılı olduğu bulunmuştur.
Ceylan [39]	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemek	Üniversite 3. Sınıfta öğrenim gören 32 öğrenci	Başarı testi, rubrik, yarı yapılandırılmış mülakat	Uygulama sonuçları deney grubunun ön test ve son test sonuçları arasında son test lehine istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. ATBÖ yaklaşımının konuyu daha iyi anlamalarına yardımcı olduğu, öğrencilerin derse daha aktif katıldıkları, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin geliştiği ve bu yaklaşıma karşı olumlu tutum geliştirdikleri ortaya çıkmıştır
Cavagetto, Hand ve Norton-Meier [40]	ATBÖ yaklaşımı kullanarak ilkokul öğrencilerinin küçük gruplar halinde yapmış olduğu müzakerelerin doğasını incelemek	5. sınıf öğrencileri	Video kayıtları	Sonuçlar öğrencilerin kullanılan zamanın %98'inde çalışılan konu ile ilgilendiklerini göstermektedir. Öğrencilerin zamanın %25'ini konuşmaları üretmek için harcarken %71'ni sunum yaparken kullanmaktadır. Öğrenciler Toulmin'in argüman modelini kullanmışlardır. Ancak birbirlerinin iddialarını kritik etmede başarılı olamadıkları ortaya çıkmıştır.

Hand ve Choi [41]	Organik kimya laboratuvarlarında, öğrencilerin çoklu gösterimlerinin yazılı argümanları üzerindeki etkisini incelemek	111 üniversite öğrencisi	Öğrencilerin ATBÖ raporları	Kanıt kısmında çoklu gösterim kullanan öğrencilerin daha kaliteli argüman oluşturdukları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin laboratuvar puanları ile bütüncül argüman puanları arasında kuvvetli bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.
Demirbağ [42]	ATBÖ yaklaşımına entegre edilen modsal betimleme eğitiminin öğrencilerin fen başarılarına, argüman kurma ve yazma becerilerine etkisini incelemek	Üniversite 3. sınıftaki 119 öğrenci	Bir önceki yıla ait fizik ve kimya notları, ara sınav ve yılsonu sınavı notları, ATBÖ raporları	Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre modsal betimleme eğitimi alan deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre fen başarı ve yazma becerileri açısından daha yüksek seviyede olduğu görülmüştür
Kabataş Memiş [43]	ATBÖ yaklaşımının ve ilave yazma etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisini araştırmak	6. sınıftaki 108 öğrenci	Genel başarı testi ve öz değerlendirme puanlama anahtarı	ATBÖ grubundaki öğrencilerin hem son test hem de kalıcılık testinde kontrol grubundaki öğrencilere göre daha başarılı olduğu ve öz değerlendirme yapan grubun geleneksel yaklaşımın kullanıldığı gruba göre daha başarılı ve daha kalıcı olduğunu ortaya çıkmıştır.
Putti [44]	ATBÖ yaklaşımını kullanarak lise öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisini incelemek	48 lise öğrencisi	Anket	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin kavramsal anlamalarını artırdığı laboratuvar öncesi ile laboratuvar sonrası tartışmaları tercih ettiği ortaya çıkmıştır. ATBÖ yaklaşımındaki okuma ve yansıtma kısımlarının öğrencilerin ön bilgileri ve laboratuvar raporları arasında bağlantı kurduğu ortaya çıkmıştır.

Yeşildağ-Hasançebi ve Günel [45]	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin maddenin yapısı ve özellikleri ünitesindeki akademik başarıları üzerine etkisini araştırmak	8.sınıftaki 53 öğrenci	Başarı testi ve ATBÖ rapor formatı	ATBÖ yaklaşımının 8. sınıftaki öğrencilerin maddenin yapısı ve özellikleri ünitesindeki akademik başarısına katkı sağladığını ve öğrencilerin ATBÖ raporlarından aldıkları puanlar ile son testten aldıkları puanlar arasında olumlu bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.
Arlı [46]	ATBÖ yaklaşımının dezavantajlı öğrencilerin fen başarılarına ve üstbilişsel becerilerin gelişmesi üzerine etkisini araştırmak	6. sınıftaki 75 öğrenci	Kavram başarı testi ve mektup	ATBÖ yaklaşımının dezavantajlı öğrencilerin fen bilgisi başarılarını artırdığı kalıcı öğrenmeyi sağladığı ve üstbilişsel becerileri üzerine olumlu etki ettiği görülmektedir.
Hasançebi [47]	ATBÖ yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin fen başarılarına, yazılı argüman oluşturma becerilerine etkisini öğrenci ve öğretmen açısından incelemek	39 ortaokul öğrencisi ve 1 öğretmen	Kavram başarı testi, videolar ve öğrenci ve öğretmenle yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlar	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin fen başarılarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etki ettiği, öğrencilerin yazılı argümanlarının geliştiği ve bireysel özelliklerin olumlu yönde arttığı ortaya çıkmıştır.
Koçak [48]	ATBÖ yaklaşımının öğretmen adaylarının başarı ve eleştirel düşünme eğilimleri üzerine etkisini incelemek	Üniversite 3. Sınıftaki 45 öğrenci	Başarı testi, Kaliforniya Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin kavramsal başarılarında etkili olduğu, buna karşın düşünme becerilerinde herhangi bir etkisi olmadığı ortaya çıkmıştır.



Aşçı [49]	ATBÖ yaklaşımının öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisine etkisini araştırmak	Üniversite 3. sınıftaki 10 öğrenci	Pedagojik alan mülakat formu, ATBÖ raporları	ATBÖ yaklaşımının öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisine olumlu yönde etki ettiği ortaya çıkmıştır.
Aslan [50]	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve modsal betimlemeleri kullanma durumlarına etkisini incelemek	Üniversite 1. sınıftaki 38 öğrenci	Mektup yazma etkinliği	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin kavramsal başarıları ve modsal betimlemeleri üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır.
Ulu ve Bayram [51]	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini araştırmak	7. sınıftaki 65 öğrenci	Bilimsel süreç becerileri testi	ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır.
Gupta, Mehta ve Greenbowe [52]	ATBÖ yaklaşımının üniversite öğrencilerinin kritik düşünme becerileri üzerindeki etkisini araştırmak	30 üniversite öğrencisi	Kritik düşünme becerisi rubriği	ATBÖ yaklaşımını kullanan öğrencilerin kritik düşünme becerisinin geleneksel yöntemle laboratuvar gören öğrencilere göre istatistiksel olarak daha anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Şahin [53]	ATBÖ yaklaşımının üstün yetenekli öğrencilerin akademik başarılarına, üst biliş ve eleştirel düşünme becerilerine etkisini araştırmak	8. sınıftaki 44 üstün yetenekli öğrenci	Başarı testi, bilişüstü yeti anketi ve cornell eleştirel düşünme becerileri testi, yarı yapılandırılmış mülakat	ATBÖ yaklaşımının üstün yetenekli öğrencilerin fen başarılarında ve eleştirel düşünme becerilerinde kontrol grubundaki öğrencilere göre istatistiksel olarak, daha iyi sonuçlar aldığı ortaya çıkmıştır. Bununla beraber öğrencilerin üst bilişsel becerilerinde anlamlı bir fark çıkmamıştır. ATBÖ yaklaşımını uygulayan öğrenciler bu yaklaşımla daha kolay öğrendiklerini ve bilgilerinin daha kalıcı olduğunu ifade etmişlerdir.
Tucel [54]	ATBÖ yaklaşımının 8. sınıf öğrencilerinin fen başarılarına, üst bilişlerine ve epistemolojik inançlarına etkisini araştırmak	8. sınıfta öğrenim gören 60 öğrenci	Fen başarı testi, üst bilişsel farkındalık ölçeği ve epistemolojik inançlar ölçeği	ATBÖ yaklaşımını kullanan öğrencilerin geleneksel yöntemle göre öğrenim gören öğrencilerden kavramsal anlamalarının bilişsel farkındalıklarının ve epistemolojik inançlarının daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır
Chen, Park ve Hand [55]	Öğrencilerin argümanlarının inşa ve kritik ederken kullandıkları konuşma ve yazmayı incelemek	5. sınıftaki 22 öğrenci	Öğrencilerin yazılı argümanları, video kayıtları ve gözlem	Öğrencilere eş zamanlı konuşma ve yazma ortamları sağlandığında öğrencilerin argümanlarını kritik ve inşa ederken kavramsal anlamalarının geliştiği ortaya çıkmıştır.
Chen, Hand ve Park [56]	İlkokul öğrencilerinin ATBÖ öğrenme ortamlarında yazılı ve sözlü argümanlarının gelişimini incelemek	5. sınıftaki 22 öğrenci	Öğrencilerin yazılı argümanları, video kayıtları ve gözlem	Öğrencilerin yazılı ve sözlü argümanlarının birbiri ile ilişkili olduğu, yazma etkinliklerinin zamanla geliştiği, öğrencilerin arkadaşlarının fikirlerini kritik ettiklerinde ve tartıştığında, öğrencilerin sözlü argüman becerilerini yazılı argüman becerilerine bağlantıladıkları ortaya çıkmıştır.

Yaman [57]	Öğrenme amaçlı yazma etkinliklerinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin madde ve ısı ünitesindeki kavramsal anlamalarına etkisini incelemek	6. sınıfta öğrenim gören 84 öğrenci	Değerlendirme rubriği, iki aşamalı kavram başarı testi, özet yazma etkinliği	Deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilerden daha iyi kavramsal anlamaya sahip olduğu ve daha iyi özet yazma etkinliği yaptığı ortaya çıkmıştır.
Yaman [58]	Sınıf öğretmen adaylarının sanal kimya laboratuvarı kullanarak hazırladıkları argümantasyona dayalı yazma etkinliklerini çoklu gösterimler açısından incelemek	Üniversite 1. Sınıfta öğrenim gören 77 sınıf öğrenci	Öğretmen adaylarının 156 adet ATBÖ raporu, çoklu gösterim rubriği	Öğretmen adaylarının çoklu gösterimler arasında en fazla sembolik seviyeyi kullandıkları ve sembolik seviyenin makroskobik, mikroskobik gösterimler arasında köprü görevi gördüğü ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının gözlem kısmında daha çok gösterim kullanmalarına rağmen kanıt ve yansıtma kısımlarında daha bağlantılı gösterim kullandıkları ortaya çıkmıştır.

## 2.2. Kimyadaki Çoklu Gösterimler

Kimya sembolik bir disiplindir [59]. Kimya eğitiminde gösterimler denilince akla genellikle makroskobik, mikroskobik ve sembolik seviyedeki çoklu gösterimler gelmektedir. Bu çoklu gösterim seviyeleri arasındaki ilişkiler kimyanın öğrenilmesi ve öğretilmesinde anahtar bir role sahiptir [60]. Bu bağlamda, makroskobik seviye, gözlenebilir ve somut olayları içermektedir ve günlük hayatta ya da laboratuvarda tecrübe ettiğimiz gerçek olayları kapsamaktadır [61-64]. Mikroskobik seviyedeki olaylar elektron, molekül ve atom gibi parçacıkların hareketini ya da bağlanma teorisini açıklamaktadır [61, 65]. Sembolik seviye, fikirleri ve kavramları sergilemek için gerekli bütün kimyasal ve matematiksel sembolleri içermektedir. Bununla beraber, bazı araştırmacılar sembolik seviyede yer alan kimyasal denklemleri, diyagramları ve molekül yapı çizimleri, modelleri ve bilgisayar animasyonlarını, cebirsel işlemlerden ayırmaktadır [25, 66, 67]. Bu çalışmada, sembolik seviye ve cebirsel seviyeler birbirinden ayırt edilmiştir. Bu sebeple, bu çalışmada kimyadaki çoklu seviyeler “makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel” olmak üzere dört seviyeden oluşmaktadır.

Kimyadaki çoklu gösterim seviyeleri arasındaki ilişkilerin doğru anlaşılması, öğrencilerin kimyanın doğasını anlamasının önünde bir engel olarak gösterilmektedir. Buna karşın, öğrencilere bu seviyeler arasında bir ilişki kurulmasına yardım edildiğinde, onların kavramsal anlamalarının gelişmesine fayda sağlayacağı ifade edilmektedir [62]. Yapılan araştırmalar öğrencilerin bu üç seviyeyi anlamada, uygulamada ve bu seviyeler arasında geçiş sağlamada zorluklara sahip olduğunu göstermiştir [60, 62, 66, 68]. Bu sorunlar, “öğrencilerin makroskobik seviyede yeterince deneyime sahip olmamaları, sembolik seviyeyi bir iletişim aracı olarak kullanmadaki yetersizlikleri, mikroskobik seviyedeki olayları görselleştirmedeki yetersizlikleri ve bu gösterimler arasında geçiş yapmadaki yetersizlikleri” olarak sıralanabilir [60, 62, 69, 70].

Yapılan araştırmalar öğrencilere çoklu gösterim seviyelerini kullanmaları için uygun fırsatlar verilmesi gerektiğini göstermektedir [65]. Öğrencilerin kendi deneylerini kendilerinin yapmaları ve arkadaşlarıyla makroskobik seviyede gözlenen değişimlerin

mikroskobik ve sembolik seviyedeki açıklamalarını tartışmaları önerilmektedir [71]. Ayrıca, uygun yazma ve konuşma etkinliklerini içeren uygulamalı ortamlarda öğrencilerin bu gösterimleri kendilerinin üretmeleri, kullanmaları ve yansıtmaları önerilmektedir [59, 65, 67]. Bu bağlamda, öğrencilere bu fırsatları sunan öğrenme ortamlarına ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Bu çalışmada, argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı kullanarak FBÖA'lara uygun yazma ve konuşma ortamı sağlanmaya çalışılmıştır. Bu ortam sağlandığında FBÖA'ların çoklu gösterimlerinde nasıl bir değişim ve gelişim olduğu incelenmiştir.

### **2.3. Modsal Betimlemeler**

Modsal betimlemeler, bireylerin kendi düşüncelerini ifade etmek amacıyla kullandıkları “metin, şekil, denklem, grafik, kimyasal ve matematiksel işlemler, formül, çizelge, tablo, resim, simülasyon, diyagram, kart, fotoğraf, animasyon, ses, video ve görüntü” olarak tanımlanabilir [72]. Fenin öğrenilmesinde ve öğretilmesinde konuşma ve yazma gibi dil bileşenlerine ihtiyaç olduğu gibi, iletişime geçmek için matematiğe, resim, grafik ve diyagram gibi görsellere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda modsal betimlemelerin öğrencilerin fen okuryazarlığını ve kavramsal anlamalarını artırmak için fen dersinde sıklıkla kullanılması önerilmektedir [5, 7, 73, 74].

İlgili alanyazın incelediğinde modsal betimlemelerin genellikle geleneksel olmayan yazma etkinliklerinde (mektup, şiir, makale vs.) kullanıldığı görülmektedir [74, 75]. Bu bağlamda kimya laboratuvarlarında FBÖA'ların yazılı argümanlarında kullandıkları modsal betimlemelerle ilgili yapılan çalışmaların sayısının çok az olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmada, ATBÖ raporlarında hangi tür modsal betimlemelerin kullanıldığı ve bu betimlemelerin yazılı argümanların hangi kısımlarında kullanıldığı araştırılmıştır. Bu bağlamda FBÖA'ların yazılı argümanlarında kullandıkları “metin, matematiksel, grafik, şekil, tablo ve formül” gibi modsal betimlemeler incelenmiştir.

#### 2.4. ATBÖ Yaklaşımının Çoklu Gösterim ve Modsal Betimlemelerle İlişkisi

ATBÖ yaklaşımı argümantasyona dayalı araştırma sorgulama yaklaşımıdır ve argümanı bir araştırma türü olarak görmektedir [76]. Bu yaklaşımı kullanırken öğrenciler çoklu gösterimleri (makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel) ve modsal betimlemeleri kullanmaktadır. Bu bağlamda, öğrenciler fikir ve düşüncelerini açıklamak isterken tablo, şekil, grafik, metin, matematiksel ifade ve formülleri kullanarak modsal betimlemeleri uygulamış olurlar. Bu yaklaşım içerisinde kimyasal sembolleri, formülleri, kimyasal eşitlikleri, grafikleri, diyagramları ve çizimleri kullandıklarında sembolik seviyeyi; matematiksel ve cebirsel açıklamalar yaptıklarında cebirsel seviyeyi; varlıkları ve ilişkileri açıklarken makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel seviyeyi birlikte kullanırlar.

Genel kimya laboratuvarlarında, öğrenciler genellikle makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel seviyedeki gösterimlerle karşı karşıya kalırlar. Örneğin, öğrenciler kimyasal reaksiyonlarda renk değişimi, gaz çıkışı ya da çökelek oluşumu gözlediklerinde makroskobik seviyedeki olaylarla karşılaşmış olurlar. Makroskobik seviyedeki bu olayları açıklamak için kimyasal denklemleri, formülleri, grafikleri, moleküler boyuttaki çizimleri ya da cebirsel ifadeleri kullanırlar. Öğrenciler ayrıca, makroskobik seviyedeki olayları elektronların, moleküllerin ve atomların hareketi açısından açıklarken mikroskobik seviyeyi kullanmış olurlar. Kimyasal olaylarla ilgili derinlemesine bilgi sahibi olabilmek için öğrencilerin bu çoklu seviyedeki gösterimleri birbirine bağlantılaması gerektiği ifade edilmektedir [71]. Bu bağlamda, bu çalışmada FBÖA'ların Genel Kimya Laboratuvarı I ve II derslerinde, argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımını kullandıklarında, bu gösterimleri nasıl geliştirdikleri araştırılmıştır.

ATBÖ yaklaşımı ile modsal betimlemeler arasındaki ilişki incelendiğinde, öğrencilerin argümanlarını kritik ve inşa ederken, arkadaşlarının düşüncelerini kritik etme amacıyla ya da arkadaşlarını ikna etmek amacıyla modsal betimlemeleri (resim, grafik, diyagram, kart, şekil vs.) kullandıkları anlaşılmaktadır [55]. Öğrencilerin modsal betimlemeleri kullandıklarında daha üst seviyede düşündükleri ifade edilmektedir.

## 2.5. Fen Sınıflarında Yazma Etkinlikleri

Fen eğitiminde son 30 yılda yapılan çalışmalar, yazmanın ortaokul ve lise müfredatına entegre edilmesi gerektiğini rapor etmektedir [77-79]. Fen eğitimcileri, öğrencilerin daha fazla yazma etkinlikleriyle uğraşmaları için fen sınıflarında kullanılmak üzere çeşitli yaklaşımlar geliştirmiştir. Bu yaklaşımlardan en önemlileri “yazmayı öğrenme (learning to write)” ve “öğrenmek için yazma (writing to learn)” yaklaşımlarıdır.

Yazmayı öğrenme yaklaşımında, öğrencilerden fende iyi yazmaları için bazı becerileri öğrenmeleri beklenmektedir. Bu yaklaşımda, öğrencilere fendeki bir metnin (örneğin, laboratuvar rapor yazımı) nasıl oluşturulacağı öğretilmektedir [80]. Öğrencilerin bilimsel okuyazar olabilmeleri için bu çeşit yazma etkinliklerinin yapısal ve kelime bilgisini anlamaları ve bunların aynısını yapmaları (tekrar etmeleri), böylelikle bilim insanlarının kullandıkları metinlere benzer metinler üretmeleri beklenmektedir. Bu yaklaşımın savunucuları, günlük dilin bilimsel olguları tanımlamada yeteri kadar teknik olmadığını ifade etmektedir. Bu sebeple, feni öğrenmek için öğrencilerin kendi sözcük dağarcığından ziyade bilim insanlarının yaptıkları yazma etkinliklerini tekrar etmeleri gerektiği vurgulanmaktadır [77, 81]. Burada içerikten ziyade öğrencilerin süreci öğrenmeleri önemlidir [78]. Bu yaklaşım, fen dilinin öğrencilerin fen okuyazarlığını gösterebilmeleri için öğrenilmesi gereken gösterimsel ve sabit bir sistem olduğunu varsaymaktadır [79]. Bu yaklaşımın savunucuları, metinsel örnekler dil özellikleri açısından detaylı analiz edildiğinde, öğretmenlerin öğrencilerle birlikte metinlerin anahtar özelliklerini ve mantıklı açıklamalarını detaylı bir şekilde yaptığında, öğrencilerin fendeki dil uygulamalarını ve kurallarını etkili bir şekilde öğreneceklerini belirtmektedir [79]. Bu yaklaşımla ilgili yapılan mevcut çalışmalar öğrencilerin bu yaklaşımı kullandıklarında fende daha iyi nasıl yazılacağını öğrenebileceğini savunmaktadır. Bununla birlikte yapılan çalışmalar, bu yaklaşımın bazı sınırlılıkları olduğunu belirtmektedir. Bu sınırlılıkların bir tanesi öğrencilerin fen ile ilgili temel fikirleri öğrenmelerine ya da fen sınıflarında yapılan ya da görülenlerin anlaşılmasına fırsat vermediğidir [77-79]. Diğer, öğrencilerin bu çeşit yazma etkinliklerini genellikle okulda yapılan etkinlikler olarak görüp feni öğrenme aracı olarak görmediğidir ki bu durumda öğrencilerin yazmaya karşı motivasyonlarının azalacağı ve yazmaya karşı olumsuz bir davranışın geliştirilebileceği belirtilmektedir

[77-79]. Ayrıca, öğrencilerin bu yazma etkinliklerini kullanarak fendeki değerli metinleri üretmeleri beklenmesine rağmen, bilim insanlarının yaptığı gibi öğrencilerin bu yazma etkinliklerini bilgiyi inşa etme amacıyla kullanmadıklarıdır [77-79].

Fen sınıflarında yazmayı desteklemek amacıyla kullanılan diğer yaklaşım, öğrenmek için yazma yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda öğrencilerden, fen sınıflarında öğrendikleri kavramları, teorileri, prensipleri ve yasaları açıklamaları, yansıtmaları, değerlendirmeleri, birleştirmeleri ve akademik olmayan bir dil ile özet bir metin yazmaları beklenmektedir. Bu yaklaşımda, öğrencilerin kullandıkları yazma etkinlikleri, onların kavramsal anlamalarına yardımcı olacak bir araç olarak görülmektedir. Burada süreçten ziyade içerik önemli olduğu için yapılan araştırmalar öğrencilerin içeriği daha iyi öğrenebileceğini ifade etmektedir [77, 82]. Bu yaklaşımın savunucuları, öğrenme amaçlı yazma etkinliklerine katıldıklarında öğrencilerin kendi anlamlarını oluşturduklarını ve bilimsel okuryazarlık kazanmak için gerekli olan becerileri geliştirdiklerini vurgulamaktadır [77]. Bu yaklaşımın, fendeki bilimsel yazmanın doğasına çok az odaklanması gibi sınırlılıkları bulunmaktadır [78].

Öğrenme amaçlı yazma yaklaşımı çerçevesinde, Prain ve Hand [83] konu, tür, amaç, muhatap ve üretim metodu olmak üzere beş bileşenden oluşan bir yazma etkinliği modeli önermiştir. Bu yazma etkinlikleriyle, bilginin inşa edilmesine yardımcı olduğu vurgulanmıştır. Prain ve Hand'ın önerdikleri yazma modelinin birbirinden bağımsız fakat birbiriyle bağlantılı bileşenlerden oluştuğu ifade edilmiştir [83]. Örneğin, amaç ünite sonunda konuyu özetlemek ise daha genç yaşta bir muhataba yazılan ve sınıf tartışmasının ardından bireysel olarak tamamlanan bir hikâye olabileceği vurgulanmıştır [84]. Ayrıca yazarlar, yaptıkları çalışmalar sonucunda yazma etkinliklerinde kullanılan muhatabın önemine değinmiştir. Öğrencilerin muhatap olarak akranlarına yazdıkları yazma etkinliklerinde daha iyi kavramsal anlamaya sahip olduklarını bunun gerekçesi olarak da öğrencilerin kendilerinden yaşça daha küçük birilerine yazdıklarında bir dizi dil transfer sürecine katıldıkları rapor edilmiştir. Bu bağlamda, öğrenciler öncelikle fen dilini günlük dile sonrasında ise muhatabın diline çevirmektedir. McDermott ve Hand [77], bu sürecin öğrenciler için zihinsel çaba gerektiren bir süreç olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, bu süreçte, yazma bir öğrenme aracı olarak kullanıldığı için bilginin yeniden yapılandırıldığı ifade



edilmektedir. Hand ve arkadaşları [77, 85] öğrenme amaçlı yazma etkinliklerinde öğrencilerin yazma etkinliklerini gerçek bir muhabata yazdıklarını bu sebeple de öğrencilerin yapılan etkinlikleri sanal olmaktan ziyade gerçek olarak algıladıklarını vurgulamıştır.

Diğer bir yazma yaklaşımı ise öğrencilerin hem araştırma sorgulama yaparak içerik bilgisini hem de fen ile ilgili yazma becerilerini artırabileceği yazma etkinlikleridir. Bu yaklaşım, yazmayı öğrenerek öğrenmek için yazma (writing to learn by learning to write)” yaklaşımı olarak da adlandırılmaktadır [78]. Bu bağlamda, öğrencilerden araştırma sorgulama sürecinin bir parçası olarak açıklama geliştirmeleri, veriyi kanıtla dönüştürmeleri, kanıt hakkında tartışmaları, kanıt ve veriyi koordine etmeleri ve yapılan kritikler ışığında iddia ve kanıtlarını revize etmeleri beklenmektedir [78, 86]. Bu çeşit bir yazma yaklaşımı kullanıldığında, öğrencilerin hem fen dilini ve fenedeki yazım formatını anladığı hem de araştırılan konuyu öğrenebilecekleri ifade edilmektedir [78]. Ayrıca bu yaklaşımın, yazmayı içerikten bağımsız olarak düşünen yazmayı öğrenme ve öğrencilerin içeriği öğrenebileceği öğrenmek için yazma yaklaşımının ötesine götürdüğü belirtilmektedir [78]. Bu yaklaşımın örneklerinden birisi “argümantasyon tabanlı bilim öğrenme (ATBÖ)” yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, argümantasyona dayalı araştırma aracılığıyla fen ile ilgili kavramlar inşa edilirken öğrencilere okuma, yazma, dinleme, konuşma gibi kritik dil becerilerini kullanma fırsatı vermektedir. Bu yaklaşımda öğrencilerden soru sormaları, veri toplamaları, kanıtlara dayalı iddialarda bulunmaları ve yapılan iddiaları mevcut bilgiler ışığında kritik etmeleri beklenmektedir. Bu bağlamda, çalışma kapsamında FBÖA’ların ATBÖ yaklaşımını kullanarak argümantasyona dayalı yazma etkinliklerini kullanmaları uygun görülmüştür.

Bundan sonraki kısımda çalışmanın yöntemi detaylı bir şekilde açıklanacaktır.

## 3. YÖNTEM

### 3.1. Metod

Çalışmada, nitel araştırma yaklaşımı kullanılmış olup doküman incelemesi yapılmıştır. [87, 88]. Çalışılan ortama herhangi bir müdahalede bulunulmadığı ve araştırılmak istenen olgu derinlemesine incelenmeye, yorumlanmaya ve betimlenmeye çalışıldığı için bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımı kullanılmıştır. Doküman incelemesi araştırmak istenen olgu ya da durumun yazılı belgelerinin incelenmesini kapsamaktadır. Dokümanlar, mülakat ve gözlemler gibi insanların işbirliğine bağlı olmadan toplanabilir ve aynı zamanda araştırmacıların kolaylıkla erişebileceği veri toplama kaynaklarıdır [87]. Doküman türleri olarak; 1) kamusal kayıtlar, 2) kişisel belgeler, 3) popüler kültür dokümanları, 4) görsel dokümanlar, 5) fiziksel materyal dokümanları ve 6) araştırmacı tarafından üretilen dokümanlar sayılabilir. Bu çalışmada araştırmacı üretilmiş dokümanlar kullanılmıştır. Üretilmiş dokümanların amacı araştırılan konu kişi ve durum hakkında daha fazla bilgi edinmektir [87]. Bu bağlamda çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarından ATBÖ yaklaşımının öğrenci raporuna uygun formatta laboratuvar raporlarını yazmaları istenmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarının ATBÖ raporuna uygun olarak hazırladıkları laboratuvar raporları argümanların kalitesi, kimyadaki çoklu gösterimler ve modsal betimlemeler açısından derinlemesine incelenmiştir.

### 3.2. Örneklem

Çalışma, İç Anadolu Bölgesinde yer alan bir üniversitenin Fen Bilgisi Öğretmenliği programında 1. sınıfta öğrenim gören 9 öğretmen adayı ile yapılmıştır. Öğretmen adaylarının yaş aralığı 18-22'dir. FBÖA'ların üniversiteye girdikleri yıldaki LYS kimya netleri ortalaması, 11.86'dır. Bu çalışmada amaçlı örneklem seçilmiştir. Çünkü amaçlı örneklem araştırmacının keşfetmek, anlamak ya da iç yüzünü kavramak için en çok bilgi edinilecek örnekleme seçmesi varsayımına dayanmaktadır. Amaçlı örneklemin; tipik, özgün, maksimum varyasyon, uygunluk, zincir ya da kartopu gibi örneklem türleri bulunmaktadır. Bu çalışmada tipik örneklem kullanılmıştır. Çünkü tipik örneklem incelenen olguyla ilgili ortalama bir durumu, olayı ya da kişiyi yansıtan örneklemdir [87]. Bu çalışmadaki FBÖA'ların üniversite 1. sınıfta İç Anadolu

Bölgesinde bulunabilecek tipik FBÖA'ları temsil ettiği düşünülmektedir. Örneklem grubundaki FBÖA'lar çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır.

### 3.3. İçerik

Bu çalışma Genel Kimya Laboratuvarı I ve Genel Kimya Laboratuvarı II derslerinde yürütülmüştür. Çalışmadaki konular Genel Kimya I ve Genel Kimya II derslerine paralel olarak yürütülen laboratuvar etkinliklerini kapsamaktadır. Bu bağlamda Genel Kimya Laboratuvarı I dersindeki konular: “maddelerin özkütleleri, karışımların ayrılması, kimyasal ve fiziksel değişmeler, kimyanın temel kanunları, çözelti hazırlanması, asit baz ve tuzların tanınması, yükseltgenme-indirgenme tepkimeleri, çözünme-çökme tepkimeleri, kinetik kurama bağlı gaz özellikleri, alev testi” konularından oluşmaktadır. Genel Kimya Laboratuvarı II dersindeki konular: “kimyasal tepkimeler, tepkime hızı, tepkime hızına etki eden faktörler, kimyasal denge, asit-baz titrasyonu, çözünürlük, çözünürlük dengesi, bir gazın su üstünde toplanması, elektrokimya, sabun üretimi” konularından oluşmaktadır. Çalışmada, Genel Kimya Laboratuvarı I dersinde 10, Genel Kimya Laboratuvarı II dersinde 10 olmak üzere toplamda 20 ATBÖ deneyi yapılmıştır. Tablo 3.1’de Genel Kimya Laboratuvarı I ve Genel Kimya Laboratuvarı II derslerinde yapılan ATBÖ deneylerinin adı ve içeriği sunulmuştur.

**Tablo 3.1.** ATBÖ Deneylerinin Adı ve İçeriği

Deney no	Deney adı	Deney içeriği
1	Maddelerin özkütleleri	Bu deneyde FBÖA'lar, şekli düzgün ve şekli düzgün olmayan maddelerin özkütlelerinin nasıl hesaplandığı üzerine odaklanmıştır.
2	Karışımların ayrılması	Bu deneyde; C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH ve su karışımı, yağ ve su karışımı, kum ve NaCl karışımının birbirinden nasıl ayrılacağı ve ıspanak yada çimen özütünün nasıl çıkarılacağı üzerine durulmuştur.
3	Kimyasal ve fiziksel değişmeler	Deney, ne tür değişikliklerin kimyasal veya fiziksel değişiklikler olarak sınıflandırılabilceğini araştırmaya odaklanmıştır. Bu bağlamda, FBÖA'lar ısının naftalin, CuSO <sub>4</sub> , NH <sub>4</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> üzerindeki etkisini; HCl ve suyun NaHCO <sub>3</sub> üzerindeki etkisini araştırmıştır.
4	Kimyanın temel kanunları	Bu etkinlikte kütle korunumu yasası ve sabit oranlar yasasına odaklanılmıştır. Bu bağlamda FBÖA'lar Fe ve S metallerinin kütlelerini ısıtıp hesaplamış ve Mg metalinin yanması üzerine odaklanmıştır.

5	Çözelti hazırlanması	FBÖA'lar bu etkinlikte; çözeltilerin hazırlanması, seyreltilmesi ve deriştirilmesi üzerine odaklanmıştır. Bu amaçla, FBÖA'lar $K_2CrO_4$ ve $HCl$ çözeltisi hazırlamıştır. Sonrasında çözeltiyi seyreltmek için su eklemiş ve çözeltiyi deriştirmek için ısıtmıştır.
6	Asit baz ve tuzların tanınması	Bu etkinlikte FBÖA'lar, farklı indikatörler kullanarak asitlerin, bazların ve tuzların tanınmasına odaklanmıştır. Bu bağlamda FBÖA'lar, $HCl$ , $CH_3COOH$ , $KOH$ , $NH_3$ , $CH_3COONa$ , $NH_4Cl$ , $NaCl$ maddelerinden hangisinin asit, baz ve tuz olarak tanımlandığını kırmızı lahana, turnusol kağıdı ve üniversal indikatör kullanarak anlamaya çalışmıştır.
7	Yükseltgenme -indirgenme tepkimeleri	Bu etkinlikte FBÖA'lar, redoks tepkimelerini uygulamış ve denklemlerini yazmaya çalışmıştır. FBÖA'lar etkinlikleri gerçekleştirmek için $KMnO_4$ , $H_2SO_4$ , $K_2Cr_2O_7$ , $FeSO_4$ maddelerini kullanmıştır.
8	Çözünme-çökme tepkimeleri	Bu etkinlikte, FBÖA'lar çözünme-çökme tepkimelerini yapmaya ve bu tepkimelerin denklemlerini yazmaya çalışmıştır. Bu bağlamda FBÖA'lar; $NH_4Cl$ , $KBr$ , $Na_2SO_4$ , $NaOH$ , $FeSO_4$ , $Pb(NO_3)_2$ , $CH_3COONa$ , $CaCO_3$ ve $BaCl_2$ maddelerini etkinlik yapmak için kullanmıştır.
9	Kinetik kurama bağlı gaz özellikleri	Bu etkinlikte FBÖA'lar, gazların difüzyonunu ve ısının gazların hareketine etkisini araştırmıştır. FBÖA'lar etkinlik yapmak için $NH_3$ ve $HCl$ hem ısıtarak hem de ısıtmadan hareketlerinin nasıl değiştiğini araştırmaya çalışmıştır.
10	Alev testi	FBÖA'lar bu etkinlikte, metallerin alevde verdikleri karakteristik renklerini araştırmıştır. Bu amaçla FBÖA'lar, birinci ve ikinci grup metallerinden $Na$ , $K$ , $Ca$ , $Ba$ metallerini kullanarak bunların karakteristik renklerini alevi kullanarak araştırmaya çalışmıştır.
11	Kimyasal tepkimeler	Bu etkinlikte FBÖA'lar, kimyasal tepkimelerin gruplanıp gruplanamayacağını araştırmıştır. Bu bağlamda FBÖA'lar; yanma, redoks ve çözülme-çökme tepkimelerini incelemiştir. Yanma tepkimesi için $Cu$ metalini, redoks tepkimesi için $Zn$ metalini ve $HCl$ 'yi, çözünme-çökme tepkimesi için $Pb(NO_3)_2$ ve $KI$ 'yi kullanmıştır.
12	Tepkime hızı	Bu etkinlikte FBÖA'lar, tepkime hızının nasıl hesaplanabileceğini incelemiştir. Bu bağlamda FBÖA'lar gaz biriktirme tüpünde biriken oksijenin hacmini dikkate alarak $H_2O_2$ 'nin bozulma oranını (ayırışma) hesaplamıştır.
13	Tepkime hızına etki eden faktörler	Bu etkinlikte FBÖA'lar, derişim, sıcaklık, katalizör ve temas yüzeyinin tepkime hızına etkisini araştırmıştır. FBÖA'lar, derişimin tepkime hızı üzerindeki etkisinin nasıl değiştiğini anlamak için $Na_2S_2O_3$ , $HCl$ ve beş farklı test tüpünü kullanmıştır. Sıcaklık etkisi için, $Na_2S_2O_3$ , $HCl$ ve farklı hızlar için beş farklı test tüpünü ısıtmıştır. Katalizör etkisini anlamak için

		MnO <sub>2</sub> kullanılarak H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 'nin bozulmasını incelemiştir. Temas yüzeyi etkisini anlamak için toz tebeşir ve küp tebeşir üzerine HCl eklenerek değişimi incelemiştir.
14	Kimyasal denge	Bu etkinlikte FBÖA'lar, derişimin ve sıcaklığın kimyasal denge üzerine etkisini incelemiştir. FBÖA'lar, kimyasal dengenin nasıl değiştiiğini anlamak için K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> , K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , HCl ve NaOH maddelerini ve üç farklı test tüpünü kullanmıştır. Buna ilaveten FBÖA'lar, ısının kimyasal denge üzerindeki etkisini araştırmak için NaCl ve Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 'yi kullanmıştır.
15	Asit-baz titrasyonu	Bu etkinlikte FBÖA'lar, kuvvetli asit ve baz titrasyonu yapmıştır. FBÖA'lar, bilinmeyen bir baz çözeltinin derişimini hesaplamak için hangi formül ve indikatörün kullanılacağını belirlemiştir. FBÖA'lar; kuvvetli asit ve baz olarak HCl ve NaOH, indikatör olarak fenolftalein kullanmıştır.
16	Çözünürlük	Bu etkinlikte FBÖA'lar, farklı çözücü ve çözüneni kullanarak birinin diğerinin içerisinde çözünüp çözünmediğine bakmıştır. Bu bağlamda FBÖA'lar, çözücü olarak H <sub>2</sub> O ve C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH, çözünen olarak ise NaCl, I <sub>2</sub> ve zeytinyağı kullanmıştır.
17	Çözünürlük dengesi	Bu etkinlikte FBÖA'lar, çökmenin kriterleri üzerine ve ortak iyonun çözünürlüğe etkisi üzerine incelemeler yapmıştır. FBÖA'lar etkinliği gerçekleştirmek için Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ve KI kullanmıştır.
18	Bir gazın su üstünde toplanması	Bu etkinlikte FBÖA'lar, su üstünde toplanan gazdan yola çıkarak bir metalin moleköl ağırlığının hesaplanması üzerine çalışmıştır. Bunun için FBÖA'lar, Mg metal ve HCl kullanarak sudaki hidrojen gazının basıncını belirlemiştir. Sonrasında gerekli denklemleri ve formülleri kullanarak metalin moleköl ağırlığını hesaplamıştır.
19	Elektrokimya	Bu etkinlikte FBÖA'lar, standart indirgenme potansiyel değerlerini kullanarak metallerin asitlerle tepkimeye girip girmediğini anlamaya çalışmıştır. Bu bağlamda, Zn, Cu ve Fe metallerinin üzerine HCl ve HNO <sub>3</sub> ilave edilmiştir. Tepkimeye girip girmeme durumlarına bakılmıştır.
20	Sabun üretimi	Burada FBÖA'lar sabun üretimi ve sabunun kiri nasıl temizlediği üzerine araştırmalar yapmıştır.

### 3.4. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak FBÖA'ların ATBÖ yaklaşımına uygun olarak hazırladıkları laboratuvar raporları kullanılmıştır. Bu bağlamda FBÖA'ların her iki dönemde yazmış oldukları laboratuvar raporları toplanmıştır. Böylelikle 180 ATBÖ öğrenci raporu toplanmış ve analiz edilmiştir. ATBÖ öğrenci şablonunda “başlangıç soruları, yöntem, gözlem, iddia, kanıt ve okuma-yansıtma” gibi kısımlar

bulunmaktadır [8]. Bu yaklaşımın bir parçası olarak FBÖA'lardan laboratuvara gelmeden önce başlangıç sorularını belirlemeleri beklenmektedir. Laboratuvara geldikten sonra sınıf başlangıç sorularını ve yöntemi belirlemeleri, veri ve gözlemlerini kaydetmeleri, iddia ve kanıtlarını oluşturmaları beklenmektedir. Laboratuvar sonrasında ise okuma ve yansıtma kısımları için en az üç kaynaktan araştırma yapmaları beklenmektedir. Tablo 3.2'de ATBÖ öğrenci şablonu, laboratuvar öncesi, laboratuvar esnası ve laboratuvar sonrasında, FBÖA'lardan istenenler açıklanmaktadır.

**Tablo 3.2. ATBÖ Öğrenci Şablonu ve FBÖA'lardan İstenenler**

Laboratuvar etkinliklerinin zaman çizelgesi	ATBÖ Öğrenci Şablonu	FBÖA'lardan İstenenler
Laboratuvar Öncesi	1.Başlangıç soruları (bireysel) 2.Yöntem (bireysel)	FBÖA'lar; a) Bireysel başlangıç soruları hazırlar. b) Başlangıç sorularına cevap bulabilmek için yöntem araştırır. c) Yöntem için alınması gereken önlemleri belirler. d) Ön kavram haritasını çizer.
Laboratuvar Esnası	1.Başlangıç soruları (grup) 2.Yöntem (grup)	FBÖA'lar; a) Tahtaya araştırmak istedikleri soruları yazar. b) Sınıf hep birlikte hangi soruların inceleyeceğini tartışır. c) Sorularını test edebilmek için nasıl bir yol izleyeceklerine karar verir.
	3.Gözlemler-Ne gördüm?	FBÖA'lar; a) Veri toplamak ve deney yapmak için gruplara ayrılır. b) Bağımlı ve bağımsız değişkenleri içeren grup ve sınıf tablosu hazırlar. c) Verileri analiz etmek için örüntü ve anormalliklere bakar. d) Verilerde anormallik varsa deneyi tekrar uygular. e) Grafikler oluşturur ve sonuçları yorumlar.
	4.İddialar- Ne iddia edebilirim? 5.Kanıt-Nasıl bilebilirim? Neden bu tür iddialarda bulunuyorum?	a) Grup içerisindeki her FBÖA verilere ve gözlemlere dayalı olarak iddia ve kanıtlar oluşturur. b) Grup olarak FBÖA'lar kendi iddia ve kanıtlarını paylaşırlar ve sonunda grup iddia ve kanıtlarını oluşturur. c) Her bir grup sırasıyla diğer gruplara araştırma sorularını, bu sorulara cevap vermek için ne yaptıklarını ve araştırma sonucunda ne iddia ettiklerini anlatır. Her bir grup iddialarını kanıtlarla destekler.

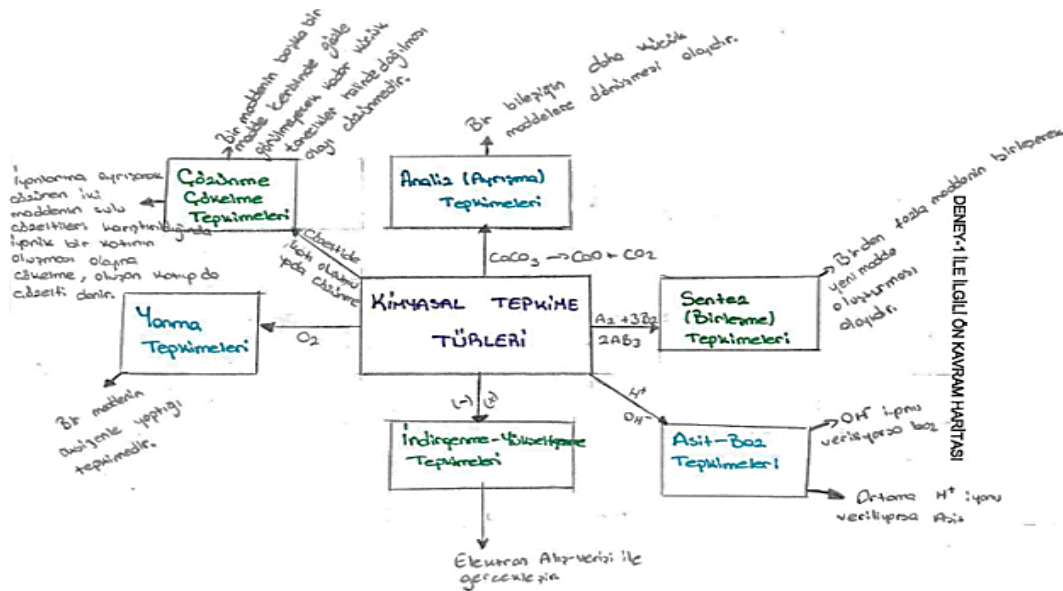
<b>Laboratuvar sonrası</b>	6.Okuma-Benim fikirlerim diğer fikirlerle nasıl kıyaslanabilir? 7.Yansıtma-Benim fikirlerim nasıl değişti?	FBÖA'lar; a) En az üç kaynak (örneğin, İnternet, ders kitapları, makaleleri vs) kullanarak laboratuvarda öğrendikleri bilgileri, iddia ve kanıtları açıklar, doğrular ya da çürütür. b) ATBÖ şablonunu kullanarak laboratuvar raporlarını tamamlar. c) Son kavram haritasını çizer.
----------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 3.5. Süreç

Bu çalışmada FBÖA'lar I. ve II. dönemde toplamda 28 hafta öğrenim görmüştür. FBÖA'lar her bir dönemde 14 hafta boyunca 10 ATBÖ etkinliği yapmıştır. Bu bağlamda her bir etkinlik yaklaşık 2 ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Her iki dönemde gerçekleştirilen etkinlikler aynı öğretim üyesi tarafından yürütülmüştür. Birinci dönemin başında FBÖA'lara ATBÖ yaklaşımı ve bu yaklaşımın öğrenci şablonu tanıtılmıştır [34]. FBÖA'lardan 3'er kişilik gruplar oluşturmaları istenmiştir. Bunun sonucunda sınıfta 3'er kişiden oluşan üç grup bulunmaktadır. ATBÖ etkinliklerine başlamadan önce FBÖA'lara kimya dersi ile ilgili olmayan bir konuda etkinlik yaptırılmıştır. Yapılan etkinlikte FBÖA'lardan özel bir dedektif gibi davranarak ölen bir kişinin ölüm nedeninin araştırılması istenmiştir [34]. Etkinlikte FBÖA'lardan, başlangıç sorularını, olayda neyi ya da neleri araştırabileceklerini, olayla ilgili iddia ve kanıtlarını grupça belirleyerek yazmaları beklenmiştir. Sonrasında ise her gruptan bir sözcü sınıf tahtasına sorularını, iddialarını ve kanıtlarını yazmış, yazdıkları argümanı açıklamıştır. Sınıf tartışmasında her grup iddia ve kanıtlarını açıkladıktan sonra sınıftaki diğer FBÖA'lardan iddialarını çürütmeleri ya da desteklemeleri beklenmiştir. Öğretim üyesi bu esnada iddia, kanıt ve sorularla ilgili olarak FBÖA'ların bildiklerinden emin olmak için tartışmaya katılmıştır. Bu etkinlikteki amaç, ATBÖ yaklaşımının soru iddia ve kanıt üçlüsünden oluşan argümantasyon sürecinin FBÖA'lar tarafından doğru anlaşılmasını sağlamaktır. Yapılan etkinlikten sonra FBÖA'lara bundan sonraki derslerde buna benzer bir uygulama yapılacağından bahsedilmiştir.

Tablo 3.2'de gösterildiği gibi ATBÖ yaklaşımı laboratuvar öncesi laboratuvar esnası ve laboratuvar sonrası etkinliklerden meydana gelmektedir. Laboratuvara gelmeden önce FBÖA'lardan başlangıç sorularını, kullanacakları yöntemi ve ön kavram

haritalarını oluşturmaları istenmektedir. Şekil 3.1’de tepkime türleri ile ilgili olan 11. deneyde Ö1 kodlu FBÖA’nın ön kavram haritası ve başlangıç soruları bulunmaktadır. FBÖA’lar laboratuvar ortamına geldiklerinde bireysel başlangıç sorularını grupça tartışmakta sonrasında ise sınıf başlangıç soruları belirlenmektedir. Şekil 3.2’de görüldüğü gibi Ö1 kodlu FBÖA bireysel başlangıç soruları olarak "Birden fazla maddenin birbiri içerisinde karışması sırasında kimyasal tepkimeye girip-girmedikleri nasıl anlaşılır? Bütün kimyasal tepkimelerin aynı olup olmadığı nasıl anlaşılır? Kimyasal tepkimelerin birbirinden ayırt edilebilmesi nasıl gerçekleşir?" sorularını belirlemiştir (*Laboratuvar öncesi, başlangıç sorularının belirlenmesi*). Grup tartışmasından sonra Ö1 kodlu FBÖA bireysel başlangıç sorularından bir tanesini grup başlangıç sorusu olarak almış sonrasında diğer iki soru olarak “Kimyasal bir tepkime sırasında kimyasal tepkimenin türü nasıl belirlenir? Kimyasal tepkimede oluşan ürünün tepkimeye giren maddelerden ne gibi farklı özellikleri gözlenir?” sorularını almıştır. Yapılan sınıf tartışmasından sonra “Bir tepkimenin kimyasal bir tepkime olduğu nasıl anlaşılır? Kimyasal bir tepkime sırasında tepkimenin türü nasıl belirlenir?” soruları sınıf başlangıç soruları olarak belirlenmiştir (*Laboratuvar esnası, başlangıç sorularının belirlenmesi*).



Şekil 3.1. Ö1 Kodlu FBÖA’nın 11. Deneydeki Ön Kavram Haritası



Grup sorusu!

**BASLANGIÇ SORULARI**

→ Binden fazla maddenin birbiri içerisinde karışması sırasında kimyasal tepkimeye girip-girmediği nasıl anlaşılır?

→ Bütün kimyasal tepkimelerin aynı olup olmadığı nasıl anlaşılır?

→ Kimyasal tepkimelerin birbirinden ayırt edilebilmesi nasıl gerçekleştirilir?

Grup Sorusu = Kimyasal bir tepkime sırasında kimyasal tepkimenin türü nasıl belirlenir?

→ Kimyasal tepkimede oluşan ürünün tepkimeye giren maddelerden ne gibi farklı özellikler gösterir?

Sınıf Sorusu! Bir tepkimenin kimyasal bir tepkime olduğu nasıl anlaşılır?

→ Kimyasal bir tepkime sırasında tepkimenin türü nasıl belirlenir?

**Şekil 3.2.** Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Bireysel, Grup ve Sınıf Başlangıç Soruları

FBÖA'ların sınıfça belirledikleri başlangıç sorularına cevap bulabilmek için yöntem geliştirmeleri gerekmektedir. Şekil 3.3'te görüldüğü gibi bu deneyde kimyasal tepkimelerin ne tür tepkimeler olduğunu anlayabilmek için 5 farklı etkinlik yapılmıştır. Bu etkinliklerde: 1) Al ve HCl kullanılmıştır. 2)  $Pb(NO_3)_2$  ve KI kullanılmıştır. 3)  $(NH_4)_2Cr_2O_7$  maddesi yakılmıştır. 4) NaOH ve HCl kullanılmıştır. 5)  $H_2O_2$  ve  $MnO_2$  kullanılmıştır. Böylelikle FBÖA'lar yanma, çözünme-çökme, yükseltgenme-indirgenme ve asit-baz tepkimelerini anlayacak yöntemler geliştirmiştir (*Laboratuvar esnası, yöntem belirlenmesi*).

#### YÖNTEM

Bu bölümde kimyasal tepkimelerin nasıl olduğu ve kimyasal tepkimelerin türünün nasıl belirleneceğini inceleyeceğiz. Bu sebeple birden fazla tepkime inceleyeceğiz. 1g Al (Alüminyum) ve 5ml HCl'yi alıp deney tüpü içerisinde karıştırıp gözlemliyoruz. Daha sonra  $Pb(NO_3)_2$  (Kırsun II Nitrat) bileşiğinden 1 gram alıp saf su ile karıştırıp 5ml'lik bir çözelti hazırlıyoruz. KI (Potasyum İyodür) katısında 1 gram alıp saf su ekleyip 5ml'lik bir çözelti hazırlıyoruz. Bu hazırladığımız iki çözeltiyi tüp içerisinde karıştırıyoruz. Ve gözlemliyoruz. Başka bir tepkimemiz için  $(NH_4)_2Cr_2O_7$  (Amonyum dikromat) bileşiğini ateşe tutarak yakıyor ve gözlemliyoruz. Daha sonra 1 gram NaOH (Sodyum Hidroksit) bileşiğinin üzerine 5ml HCl (Hidroklorik asit) ekliyoruz ve gözlemliyoruz. Ve son olarak 5ml  $H_2O_2$  (Hidrojen Peroksit) üzerine  $MnO_2$  (Mangan di'oksit) ekleyerek gözlemliyoruz.

**Şekil 3.3.** Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Yöntem Kısmı

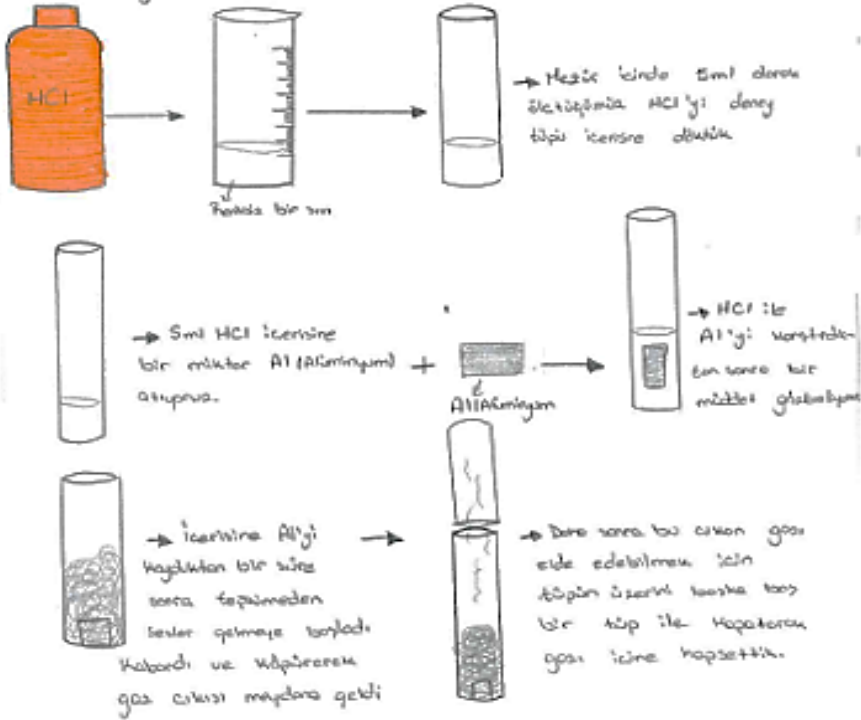
FBÖA'lar yöntemlerini belirledikten sonra deneyleri uygulama aşamasına geçmektedir. Gözlemlerini ve verilerini kaydetmektedir. Bu esnada grup içerisinde görev dağılımı yapılmaktadır. Uygulama öğretim üyesi sınıf içerisinde gezinerek, "Hangi verileri topladınız? Bu etkinlikteki bağımlı ve bağımsız değişkenleriniz nelerdir? Hangi hesaplamaları yapabilirsiniz? Bu verilerden nasıl bir örüntü çıkarırsınız?" şeklinde sorular sormaktadır (*Laboratuvar esnası, gözlem belirlenmesi*).

Yapılan bu etkinlikler FBÖA'lar tarafından ATBÖ öğrenci raporlarına kaydedilmektedir. Şekil 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7'de görüldüğü gibi Ö1 kodlu FBÖA her bir etkinliğin şeklini çizmiş, gözlemlediği olayları, gerekli kimyasal formülleri ve denklemleri yazmıştır. Örneğin Al ile HCl deneyinde, HCl'yi stok çözeltisinden ne kadar aldığını yazmış sonrasında Al parçasını HCl içerisine attığı zaman meydana gelen gaz çıkışını yazmış ve hidrojen testi sonucunda çıkan gazın hidrojen gazı olduğunu anlamıştır. Sonrasında bu olayın kimyasal denklemini yazmıştır (*Laboratuvar esnası, gözlem aşaması*).

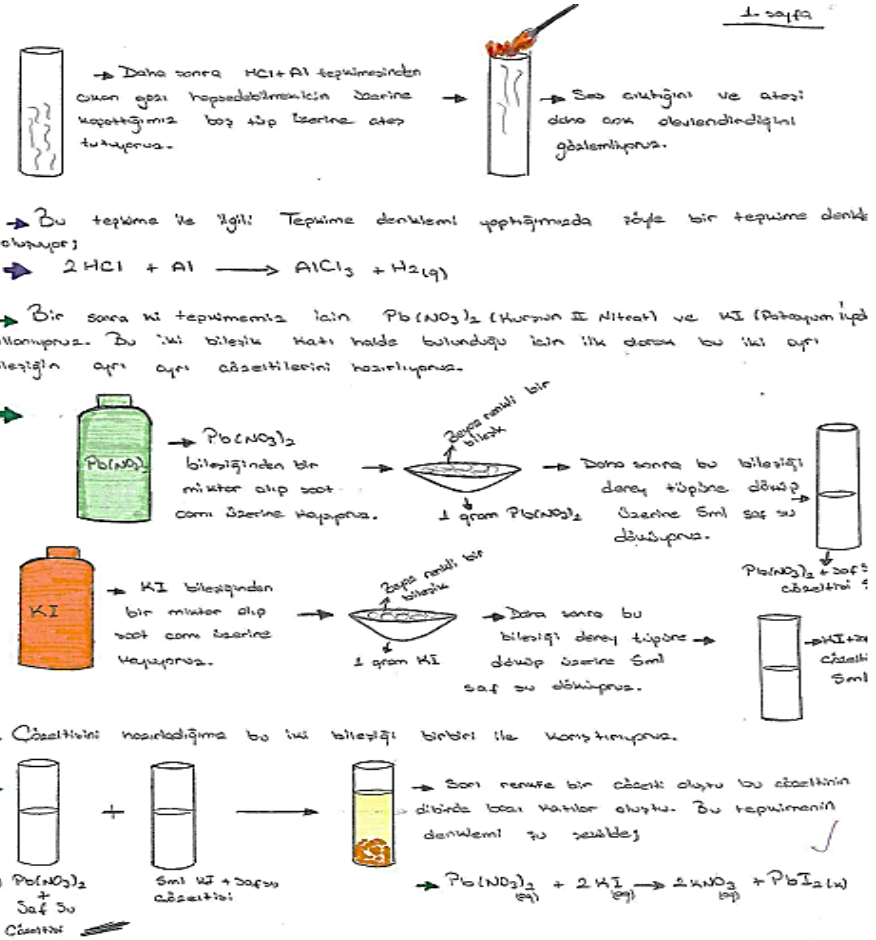
**VERİ GÖZLEM, GRAFİK, DENKLEŞTİRİLMİŞ DENKLEM VE HESAPLAMALAR**

Karşına bir tepimeyi kimyasal tepime olduğu nasıl olabilir ve nasıl gruplandırır bu tepimler, olduğu için bazı tepimler gerçekleştirileceği

Örnekte 5ml HCl (Hidroklorik asit) ölçerek deney tüpüne dökülmüştür.



Şekil 3.4. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Gözlem Kısmı-1

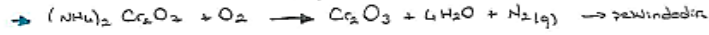


Şekil 3.5. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Gözlem Kısmı-2

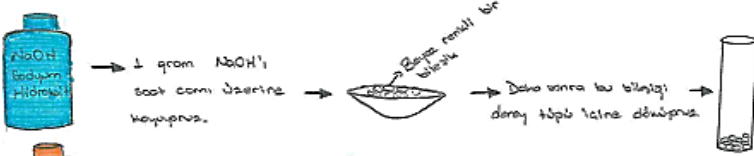
→ Bir başka tepkimemiz için  $(NH_4)_2Cr_2O_7$  (Amonyum dikromat) bileşimini kullanıyoruz.



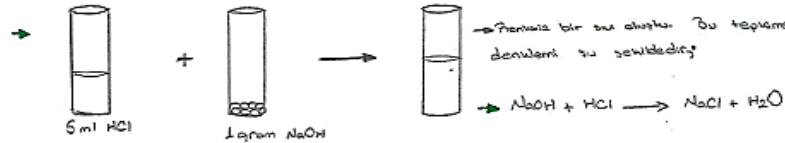
→ Bu tepkimenin denklemini şöyledir;



→ Bir sonra ki tepkimemiz için 1 gram NaOH (sodyum hidroksit) katır, 5ml HCl suyu (hidroklorik asit) kullanıyoruz.

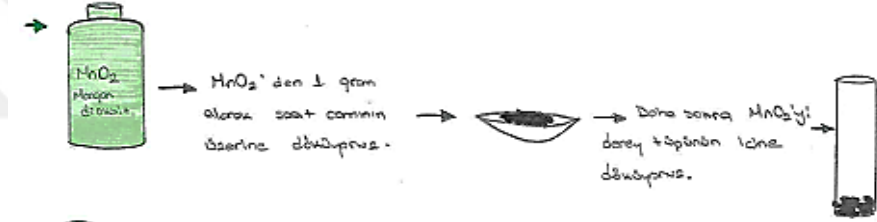


→ Bir sonraki işlemimiz deney tüpü içerisinde bulunan NaOH üzerine HCl dökümü.

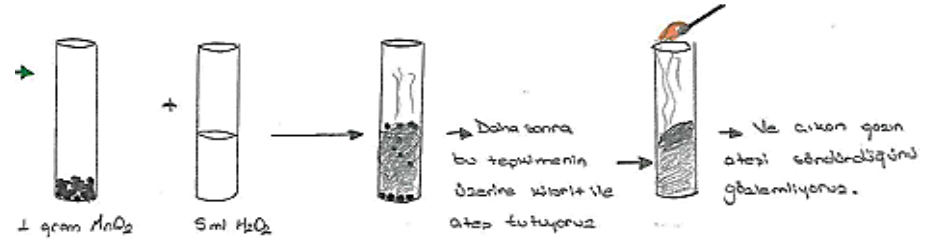


Şekil 3.6. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Gözlem Kısmı-3

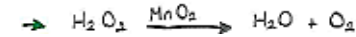
→ Bu tepkimemizde ise  $MnO_2$  (Mangan dioksit) katısından 1 gram,  $H_2O_2$  (hidrojen peroksit) suşundan 5ml alıp, birbirine karıştırıp gözlemliyoruz.



→ Bir sonra ki işlemimiz deney tüplerine aldığımız bu iki bileşimi karıştırıyoruz.



→ Bu tepkime denklemini şu şekilde;



Şekil 3.7. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Gözlem Kısmı-4

FBÖA'lar elde ettikleri veri ve gözlemlerinden yola çıkarak iddia ve kanıtlarını oluşturmuşlardır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının iddia ve kanıtlarını oluştururken, başlangıç soruları, gözlem, iddia ve kanıt arasında açık bağlantı kurmaları gerekmektedir. İddia, laboratuvar çalışmasının sonucu ile ilgili bir ya da iki cümle olabilmektedir. FBÖA'lardan yaptıkları araştırma ile ilgili iddiada bulunurken bir örüntü yakalamaları, bir genelleme yapmaları, bir ilişkiyi açığa çıkarmaları ya da yaptıkları çalışmayla ortaya çıkacak bir açıklama yapmaları beklenmektedir. Şekil 3.8'de incelenen örnekte Ö1 kodlu FBÖA aslında 2 iddiada bulunmuştur. Bunlar; 1. başlangıç sorusuna kimyasal tepkimelerde cevap olacak şekilde kimyasal tepkimelerde renk değişimi, gaz çıkışı, ısı açığa çıkması ve çökme meydana gelir. 2. başlangıç sorusuna cevap olarak kimyasal tepkimelerde çökme meydana geliyorsa çözünme-çökme tepkimesidir; tuz ve su oluşuyorsa asit-baz tepkimesidir; oksijen gazı kullanılıyorsa yanma tepkimesidir; elektron alışverişi gerçekleşiyorsa redoks (indirgenme-yükseltgenme) tepkimesidir (*Laboratuvar esnası, iddia aşaması*).


- İDDİA:
- Kimyasal tepkimelerde renk değişimi gözlenir.
  - Kimyasal tepkimelerde gaz çıkışı meydana gelir.
  - Kimyasal tepkimelerde ısı açığa çıkar.
  - Kimyasal tepkime sonucunda çökme meydana gelir.
  - Kimyasal tepkimelerde çökme meydana geliyorsa çözünme-çökme tepkimesidir.
  - Kimyasal tepkimelerde tuz ve su oluşuyorsa Asit-Baz tepkimesidir.
  - Kimyasal tepkimelerde oksijen gazı kullanılıyorsa Yanma tepkimesidir.
  - Kimyasal bir tepkime de elektron alışverişi gerçekleşiyorsa Redoks (İndirgenme-yükseltgenme) tepkimesidir.

### Şekil 3.8. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki İddia Kısmı

Öğretmen adaylarından kanıtını yapabilmesi için iddialarını destekleyen ya da çürüten açıklamalar yapması beklenmektedir. Toplanan verilerin yorumlanması verilerin gerekçelendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda kanıt, veri ve gerekçelendirmelerin toplamıdır. FBÖA'lar kanıtlarını oluştururken denklem, şekil, grafik vs. gibi modsal betimlemeleri kullanmaktadır. Diğer bir ifadeyle bu dil unsurlarını öğrenmede bir araç olarak kullanmaktadır. FBÖA'lar öncelikle grupça iddia ve kanıtlarını oluşturmakta sonrasında ise her bir grup sınıf tartışması esnasında diğer gruplara iddia ve kanıtlarını sunmaktadır. Bu bağlamda sınıf içerisinde grup tartışmasından başlayıp sınıf tartışmasına kadar uzanan bir dizi diyalog ortamı gelişmektedir. Bu diyalog

ortamlarında FBÖA'lardan gerekçelendirme yapmaları istenmektedir. Bu esnada FBÖA'ların diyalog ortamlarında gösterimleri kullanmaları cesaretlendirilmektedir. Böylelikle sınıf ortamında kullanılan gösterimler, öğretim üyesi tarafından değil FBÖA'lar tarafından üretilmiştir. Bu süreç boyunca diyalog ortamlarında FBÖA'ların iddialarını kritik ve inşa etmeleri beklenir çünkü FBÖA'lar, kendi oluşturmuş oldukları iddia ve kanıtları diğer gruplara sunarken, diğer gruptaki FBÖA'lar sunulan iddia ve kanıtları kritik etmektedir (*Laboratuvar esnası, kanıt aşaması*).


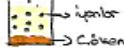
Ö1 kodlu FBÖA'nın yaptığı kanıtlar Şekil 3.9, 3.10, 3.11 ve 3.12'de görülmektedir. Şekil 3.9'daki yazım örneği incelendiğinde; Ö1 kodlu FBÖA öncelikle "Bir tepkimenin kimyasal bir tepkime olduğu nasıl anlaşılır?" sorusuna cevap bulabilmek için "Kimyasal tepkimelerde renk değişimi, gaz çıkışı ve ısı açığa çıkması meydana gelir." iddiasında bulunduğunu belirtmiştir. Bu iddiasını kanıtlamak için başlangıçta renksiz olan  $Pb(NO_3)_2$  ve KI maddelerinin sulu çözeltilerini birbirine karıştırmış, çözeltilerin sarı renk aldığını ve çökme ( $PbI_2$ ) meydana geldiğini gözlemiştir. Böylelikle kimyasal tepkimelerde renk değişimi ve çökelek oluşumu olduğunu kanıtlamıştır (*Laboratuvar esnası, kanıt aşaması*).

**KANIT:** "Bir tepkimenin kimyasal bir tepkime olduğu nasıl anlaşılır?" sorusuna şöyle iddialarda bulunduk; Kimyasal tepkimelerde renk değişimi, gaz çıkışı, ısı açığa çıkması meydana gelir. Bunun nedeni yaptığımız deneylerde renk değişimi gözledik ve bunu  $Pb(NO_3)_2$  (kurşun II nitrat) ve KI (Potasyum iyodür) bileşiklerinin 5ml'lik çözeltilerini birbirine karıştırdık. Başlangıçta ıksızda renksiz çözeltilerken birbirlerine karıştırıldığında  son bir renk meydana geldi yani renk değişimi

gözlemlendi daha sonra bu çözeltilerin dibinde çöken bazı katılar, çökeltiler gözledik ve bu tepkime de renk değişimi ve çöktürme meydana geldiğini gördük o halde kimyasal tepkimelerde renk değişimi gözlenir ve çöktürme olur diyebiliriz. Diğer bir iddiamız ise kimyasal tepkimelerde gaz çıkışı ve ısı açığa çıkması meydana gelir dendiğimiz yine yapmış olduğumuz deneylerden biri HCl (hidroklorik asit) ve Al (alüminyum) bileşiklerinin tepkimeye girmesi bu iki bileşimi birbirine karıştırdığımızda gaz çıkışı ve ısı çıkışı gözlemlendi. Çıkan gaz tepkime denklemini yazıldığında  $H_2$  gibi görünüyordu. Bu çıkan gazın gerçekten  $H_2$  olup olmadığını anlamak için başka bir tüpe topladığımız ipin üzerine ateş tuttuk ve ses duyduk bunun üzerine alev yükseldiğini gördük. Tüpe dolduğumuzda tüpe sıcaklığı hissettik nitelikli tepkime denkleminde şöyle gösterdiği gibi  $Al + 2HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2(g)$  iddiasını destekliyoruz. Ve yine başka bir tepkimemiz olan  $H_2O_2$  (hidrojen peroksit) ve  $MnO_2$  deneyinde bu iki bileşimi birbirine karıştırdığımızda gaz çıkışı meydana geldiğini gördük.



Şekil 3.9. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Kanıt Kısmı-1


Ve tüpün içindeki tüpe dolanından hissettik Çıkan gazın kibrit ile ateş tuttuğumuzda ateşin söndüğünü gözlemledik. Aynı zamanda tepkime denklemini de  $O_2$  gazı çıktığını gösteriyor. Tepkime denklemini şu şekilde;  $H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} H_2O + O_2$  o halde bu deneylerde olmuş olduğumuz sonuçlar. Kimyasal bir tepkimelerde renk değişimi, gaz çıkışı, ısı açığa çıkışı ve çöktürmenin meydana geldiğini görüyoruz.





Bir diğer sorumuz ise "kimyasal bir tepkimenin türü nasıl belirlenir?" oldu. Bu sorumuza cevap olarak vereceğimiz iddialarımız şu şekilde; 1. Kimyasal bir tepkime de çöktürme meydana geliyorsa çöktürme-çöktürme tepkimesidir. Bu iddiamızı şu şekilde açıklayabiliriz. Yapmış olduğumuz deneyde  $Pb(NO_3)_2$  (kurşun II nitrat) ve KI (Potasyum iyodür) bileşiklerinin çözeltileri karıştırıldığında şöyle bir denklemin elde ettik  $Pb(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow 2KNO_3 + PbI_2(s)$  nun anlamı bileşiklerin suda çözündüğü anlamını taşıyor. (K) ise bileşimin katı halde olduğu anlamını taşıyor. Çöken bir katı olduğumuz denkleminde görülebiliyoruz. Deneyde yaptığımız gözlemlerde iki bileşimi karıştırdığımızda  çöken elementler her zaman çözünen. Ve yine Pb (kurşun) çöken bir maddedir. Bu durumu şöyle anlatılabiliriz;  burada bu reaksiyon gösterilen

Bu reaksiyon gösterilen katılar ise  $PbI_2$  çöken bileşimidir. O halde aq olarak gösterilenler yani suda çözünen tepkime de katı halinde kalır. (K) olarak gösterilen katı maddeler çöken. O halde bunu diyebiliriz; Kimyasal bir tepkimede çöktürme meydana geliyorsa çöktürme-çöktürme tepkimesidir. İyon Denklemi  $Pb^{2+} + 2I^- + 2K^+ + 2NO_3^- \rightarrow 2K^+ + 2NO_3^- + PbI_2(s)$  Yani bu sonuç vereceğimiz cevap olarak 2. iddiamız şöyle; Kimyasal tepkime de tuz ve su oluşursa Asit- Baz tepkimesidir. Asitler ortama  $H^+$  (hidrojen) iyonu, Bazlar ise  $OH^-$  (hidroksit) iyonu verirler. Bu tepkime için NaOH (sodyum hidroksit) bazını ve HCl (hidroklorik asit) asidini kullandık. NaOH katı ve beyaz renkte bir bileşik 1 gram deney tübüne koyduk ve daha sonra HCl sıvısından üzerine 5ml ekledik renksiz bir sıvı oluştu. Bu sıvı tepkimenin tepkime denkleminde tabii olarak  $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$  yorum yapılabiliyoruz. Asit-Baz tepkimelerinin ortak bilinen özellikleri tuz ve su oluşumlarıdır. Tepkimeye başladığımız zaman NaCl (sodyum klorür) tuzu ve  $H_2O$  (su) oluşuyor. O halde şöyle diyebiliriz; Kimyasal tepkimelerde tuz ve su oluşursa asit-baz tepkimesidir.

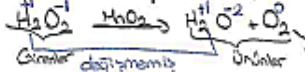

Şekil 3.10. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Kanıt Kısmı-2

Aynı sonuca vereceğimiz olup olarak 3. İddiamız, "Bir tepime de oksijen gazı kullanılırsa bu kimyasal tepime Yarıma tepimesidir. Bu İddiamızı destekleyecek şöyle bir deney yaptık  $(NH_4)_2Cr_2O_7$  (Amonyum dikromat ve  $O_2$  bileşik ve moleküllerini bir arada tepimeye soktuk ve şu şekilde bir tepime denemi elde ettik  $(NH_4)_2Cr_2O_7 + O_2 \rightarrow Cr_2O_3 + 4H_2O + N_2(g)$ . Burada oksijen gazının,  $(NH_4)_2Cr_2O_7$  bileşimini yitirdiğini yapmış olduğumuz deneyde  maddeye ismi vermeden önce bu renkteyken,  küle döndüğünü gördük.

Ve yine son olarak 4. İddiamız şu şekilde oldu; Bir kimyasal tepimde elektron alış-veriş gerçekleşiyorsa Redoks (İndirgenme - yükseltgenme) tepimesidir. Bu İddiamız şu tepimeyi örnek verebiliriz:  $Al$  (Alüminyum) ile  $HCl$  (Hidroklorik asit)'in tepimeye girmesi ile şöyle bir tepime denemi çıktı;  $Al + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2(g)$  burada indirgenme yükseltgenme tepimesi olup olmadığını bilmemiz için bu bileşiklerin içindeki elementlerin yüklerini bilmemiz gerekir. Hısoca indirgenme ve yükseltgenmeyi anlatacak durduk bir element elektron alıyorsa indirgenmiş bir maddedir ama kayıpsız elementi yükselttiği için aynı zamanda yükseltgendir. Ve yine bir element elektron veriyorsa yükseltgenmiştir. Yükseltgenirken kendi tarafından bir element indirgediği için aynı zamanda indirgendir. Bu tepimde kimin indirgen ve yükseltgen olduğunu öğrenmek için yükleri yazıyoruz. Element halinde örneğin  $(Na, Cl)$  gibi elementlerin yükleri sıfırdır. Tepimeye tekiler baktığımızda  Hidrojene baktığımız zaman

Girenler tarafında +1 yükseltgen ürünler tarafında 0'da dönmü bu durumda indirgenmiştir.  $Al$  (Alüminyum)'ye baktığımız zaman 0'dan +3'e yükselmiş yani elektron vermiş o halde yükseltgenmiştir. O zaman şunu diyebiliriz bir tepime de elektron alış-veriş gerçekleşiyorsa Redoks tepimesidir. Yani İndirgenme - Yükseltgenme tepimesidir. Şuana kadar yapmış olduğumuz bütün tepimleri tıllarına ayırdık. Diğerlerinde indirgenme - yükseltgenme tepimesi gerçekleşmemiştir. Bu durumu da şöyle ayırtabiliriz; yine yapmış olduğumuz başka bir tepimeye baktığımız zaman  $H_2O_2$  (Hidrojen Peroksit) ve  $MnO_2$  (Mangan dioksit)'i tepimeye sokupruz burada  $MnO_2$   süpür renkte bir bileşik,  $H_2O_2$  ise renksiz bir sıvı  Sml deney tüpüne döküyoruz. Daha sonra bu iki bileşimi birbirine  karıştırıldığında  süpür renkte bir sıvı oluyoruz.

Şekil 3.11. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Kanıt Kısmı-3

Yapmış olduğumuz bu tepimenin tepime denlemine baktığımız zaman şunu görüyoruz;  $H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} H_2O + O_2$  burada  $MnO_2$ 'ye baktığımız zaman ok üzerine yazıldığı görüyoruz. Ok üzerine yazılması onun katalizör olduğu anlamını taşıyor. Tepimeleri hızlandıran maddelere katalizör madde denir. Burada İndirgenme - Yükseltgenme tepimesi vardır. Bu durumu şöyle gösterebiliriz;  $H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} H_2O + O_2$  Burada görüyoruz tepimeye girmeden önce  Girenler Ürünler, Element-Molekül seviğinde olanların yükleri 0'dır önce Girenler bölümünde H (Hidrojenin) yükü +1'ken tepimeye girdikten sonra ürünler kısmında H (Hidrojen) yine +1 yükü bir değişime uğramıyor. O (Oksijen)'in baktığımızda Girenler bölümünde -1 yükseltgen, tepimeye girdikten sonra önce -2 yük olarak elektron aldığı için indirgenmiş, daha sonra O yük olarak elektron verdiği için (-1'den 0'a dönmüş) yükseltgenmiştir. O halde şunu diyebiliriz bir madde aynı tepime de hem yükseltgen hem indirgen olabilir. Diğer ayırdığımız kimyasal tepimelere baktığımızda örneğin  $Asit-Base$  tepimesi olarak ayırdığımız tepimenin bir indirgenme - yükseltgenme tepimesi olup olmadığına bakalım;  $Na(OH)^{-1} + HCl^+ \rightarrow NaCl + H_2O$  girenler kısmında oksijenin yükünü bulalım  Girenler Ürünler için oksijenin ve hidrojenin yükünü toplayıp -1'e bütün üzerindeki yükleri eşitliyoruz.  $x-1=1$   $x=-2$  o halde oksijenin yükü de -2. Şimdi genel olarak bakacak olursak  $Na$  (sodyum) +1 yüküyle tepimenin sonra da +1 olmuş. O (Oksijene) baktığımızda yükünü -2 bulduk ürünler kısmında da -2 yükü. H (Hidrojen) baktığımızda +1 yükseltgen ürünler de de +1 yükü. Son olarak  $Cl$  (Klor)'ye baktığımızda -1 yükseltgen ürünler kısmında da (-1) yükü olduğunu görüyoruz. Yani değişim yok yükleri elektron alış-veriş gerçekleşmiyor o halde bu bir İndirgenme - Yükseltgenme (Redoks) tepimesi değildir.

Şekil 3.12. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Kanıt Kısmı-4

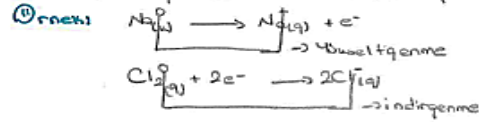


FBÖA’lardan laboratuvar kısmı bittikten sonra en az üç farklı kaynaktan araştırma yapmaları, sınıf içerisinde yaptıkları iddia ve kanıtları desteklemeleri ya da çürütmeleri beklenmektedir. Son olarak FBÖA’lardan son kavram haritalarını oluşturmaları istenmektedir. Yansıtma kısmında FBÖA’lardan başlangıçtaki ve deney sonucundaki düşünceleri arasında herhangi bir değişim olup olmadığını açıklamaları istenir. FBÖA’ların araştırma yaptıkları kaynaklarda yer alan bilimsel bilgiler ile kendi yaptıkları deney sonuçlarını ilişkilendirmeleri gerekmektedir. FBÖA’ların yansıtma kısmında mantıklı cümleler kurarak iddia ve kanıtlarını çürütmeleri ve desteklemeleri beklenmektedir. Ayrıca, FBÖA’lardan mantıklı cümlelerle kanıtlarının tamamını ya da büyük bir kısmını açıklarken başlangıç sorularını ve değişen fikirlerini ifade etmeleri istenmektedir. Böylelikle FBÖA’lar nihai sonuca varmaktadır (*Laboratuvar sonrası, okuma-yansıtma aşaması*).

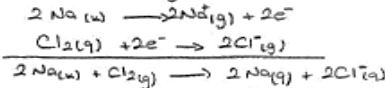
Ö1 kodlu FBÖA’nın yaptığı yansıtma Şekil 3.13, 3.14, 3.15 ve 3.16’da görülmektedir. Örneğin, Şekil 3.14’te Ö1 kodlu FBÖA Simya Dergisinden aldığı bilgiyi yazmıştır. Bu bağlamda FBÖA yanma, çözünme-çökme ve asit-baz tepkimeleri ile ilgili bilgiyi yazmış sonrasında bu bilgilerin iddiasını desteklediğini ifade etmiş ve iddiasını tekrar etmiştir. Ö1 kodlu FBÖA çözünme-çökme tepkimesinde “Suda iyonlarına ayrışarak çözünen iki maddenin sulu çözeltileri karıştırıldığında iyonik bir katının oluşması olayına çökme, oluşan katıya da çözeltili denir.” bilgisini yazmıştır. Aynı zamanda bu bilgiyi yazarken denklem, şekil ve kimyasal sembolleri kullanmıştır. Sonrasında ise “Bu bilgilere baktığımızda iddiamızı desteklediğini görüyoruz. Kimyasal tepkimelerde çökme meydana geliyorsa çözünme-çökme tepkimesidir.” şeklinde ifade ederek kaynaktaki bilgilerin iddiasını desteklediğini belirtmiştir (*Laboratuvar sonrası, okuma-yansıtma aşaması*).

YANSITMA:

**Redoks** (Yükseltgenme - İndirgenme) Reaksiyonları! Bu reaksiyonlar elektron alış veriş ile olan reaksiyonlardır. Maddelerden birinin vermiş olduğu elektron diğer bir madde alarak tepkime gerçekleştirir olur.



Bu tepkimeler birlikte gerçekleşir.



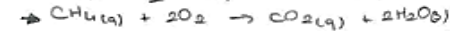
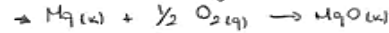
En az bir yükseltgenme ve bir indirgenme tepkimesinden oluşan tepkimelere ise redoks tepkimeleri denir. Bu bilgilere başvurmuş zaman yaptığımız iddialar desteklediğini görüyoruz. İddia: Kimyasal tepkimelerde elektron alış verisi meydana gelirse indirgenme - yükseltgenme tepkimesidir.

**YANSITMANIN DEVAMI: VERİ ANALİZİ VE KAVRAM GELİŞİMİNDE YER ALAN SORULARIN CEVAPLANMASI VE EN AZ 3 KAYNAKTAN ELDE EDİLEN BİLGİLERLE YANSITMA (BİK)**

**Yanma Reaksiyonları:** Bir maddenin oksijenle tepkimeye girerek yükseltgenmesine yanma denir.

-Yanmanın gerçekleşmesi için

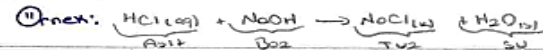
- yanjın madde ( $\text{O}_2 \rightarrow$  Hava)
- yanjın madde ( $\text{H}_2$ , yağ, t, benzin)
- tutuşma sıcaklığı gerekmektedir.



Bu bilgilere başvurmuş da yaptığımız iddialarımızı desteklemi oluyor. İddia: Kimyasal tepkime de oksijen gazı kullanılıyorsa Yanma Tepkimesidir.

**Asit - Baz Reaksiyonları**

Asit ve Baz tepkimeye girerek tuz oluşturmasına nötrleşme denir. Asit ve baz reaksiyonlarında, tuzun oluşmasına su da dırılmaktadır.



Şekil 3.13. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneyledeki Yansıtma Kısmı-1

Bu bilgileri ele aldığımızda iddiamızı desteklediğini görüyoruz. İddia: Kimyasal tepkime de tuz ve su oluşuyorsa Asit - Baz tepkimesidir.

**Kayna: Sima Dergisi**

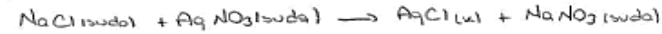
**Yanma Tepkimesi:** Bir maddenin "oksijenle" yaptığı tepkimelerdir.

Yanma, oksijenle tepkimeye girerek denir. Yanma tepkimelerinde ise ocuğa aivor

→ Buradaki bilgilere başvurmuş da iddiamızı desteklediğini görüyoruz. İddia: Kimyasal tepkimelerde oksijen gazı kullanılıyorsa yanma tepkimesidir.

**Çözünme - Çözelme Tepkimeleri:** Suda iyonlarına ayrışarak çözünen bir maddenin suya çözüldüğü konularında iyonik bir katının oluşması olayına "çözelme", oluşan tuz da "çözelti" denir.

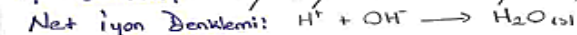
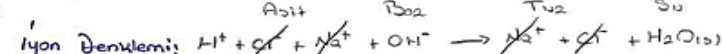
**Örnek:**



→ Buradaki bilgilere başvurmuş da iddiamızı desteklediğini görüyoruz. İddiamız: Kimyasal tepkimelerde çözüne meydana geliyorsa çözüme - çözelme tepkimesidir.

**Asit - Baz (Nötrleşme) Tepkimeleri**

Asit ve Baz tepkimeleri sonucunda tuz ve su oluşur. Net iyon denklemlerine başvurmuş da ortamda  $\text{H}^+$  ve  $\text{OH}^-$  iyonlarını görüyoruz. Örnek:  $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$



→ Bu bilgilere başvurmuş da iddiamızı desteklediğini görüyoruz. İddiamız: Kimyasal tepkime de tuz ve su oluşuyorsa Asit - Baz tepkimesidir.

Şekil 3.14. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneyledeki Yansıtma Kısmı-2

### İndirgenme - Yükseltgenme Tepkimeleri (Redoks)

- Elektron Alınması ile gerçekleşen tepkimelerdir.
- Yükseltgenme Elektron verme olaydır.
- İndirgenme Elektron alma olaydır.
- Bir tepkimenin "redoks tepkimesi" olması için hem yükseltgenme hemde indirgenme olayının birlikte olması gerekir.
- Bu bilgilere baktığımız zaman iddianızı desteklediğini görüyoruz. İddia: Kimyevi tepkime de elektron alış veriş gerçekleşiyorsa İndirgenme-Yükseltgenme tepkimeleridir.

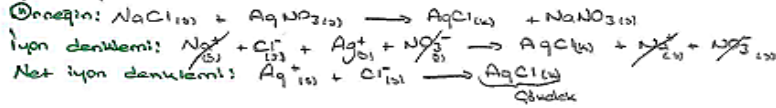
Kaynak: Antrenör Yayıncılık

### Yanma Tepkimeleri

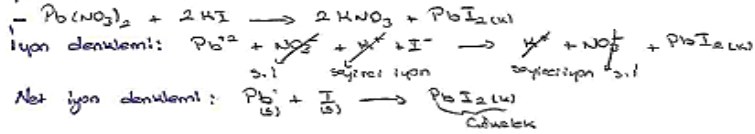
- Herhangi bir maddenin oksijene birleşmesi olayına yanma denir. Bir maddenin oksijene birleşmesine ait tepkimeler yanma tepkimeleridir.
- Buradaki bilgiler iddianızı destekliyor. İddia: Kimyevi tepkimede oksijen gazı kullanılıyorsa Yanma tepkimesidir.

### Çözünme - Çökelme Tepkimeleri

- Farklı çözümler karıştırıldığında çözümlerde kaybolan iyonlar tepkimeye girerek suda çözünmüş iyonik bir yapı oluşturmasına çözünme-çökelme tepkimesi, oluşan oz çözünen iyonlu katıya çökelik ve tepkimeye girmeyen iyonlara ise sıyırıcı iyonlar denir.



- Buradaki bilgilere bakarak deneyimizdeki Kimyevi Tepkime Denklemini yapacak olursak:



İddiamız: Kimyevi tepkimede oluşan maddelere bakılırsa çözünme-çökelme tepkimeleridir. Buradaki bilgilerle iddianızı desteklediğini görüyoruz.

Şekil 3.15. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Yansıtma Kısım-3

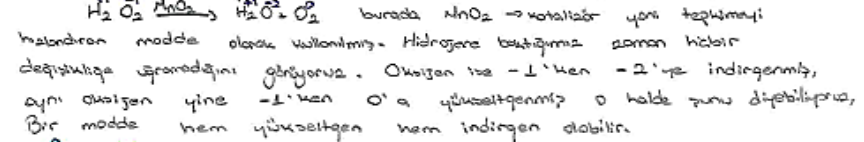
### İndirgenme - Yükseltgenme (Redoks) Tepkimeleri

- Elektron alışverişiyle gerçekleşen tepkimelere indirgenme-yükseltgenme (redoks) tepkimesi denir. Bir elementin elektron olarak yükseltgenme basamağının azalmasına indirgenme, elektron vererek yükseltgenme basamağının artmasına yükseltgenme denir.

- Gerçekleştirdiğimiz deneyde yaptığımızda oluşan tepkimede yüleri incelerken elektron alış veriş gerçekleştiğini gördük ve bunun üzerine şöyle bir iddia'da bulduk: Kimyevi tepkime de elektron alış veriş gerçekleşiyorsa Redoks tepkimesidir." dedik. Buradaki bilgilere baktığımızda iddianızı desteklediğini görüyoruz.

- Bir madde hem yükseltgen hem indirgen madde olarak davranabilir.

- Bu bilgiye dayanarak yine yapmış olduğumuz deneyde oluşan tepkime denkleminde yaptığımız zaman ilk başta kimyevi tepkime de yer değiştirme tepkimesidir gibi bir düşünce oluştu. Fakat sonradan indirgenme-yükseltgenme tepkimesi olduğunu öğrendik. Tepkime denkleminde yaptığımız zaman;

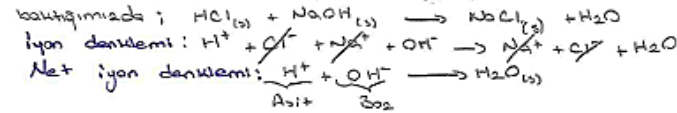


### Asit - Baz Tepkimeleri

- Suyu  $\text{H}^+$  iyonu veren maddelere Asit, Suyu  $\text{OH}^-$  iyonu veren maddelere ise baz denir.

- Asitkin  $\text{H}^+$  iyonu ile bazın  $\text{OH}^-$  iyonunun tepkimeye girerek suyu ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ve Tuz oluşturmasına asit-baz tepkimeleridir.

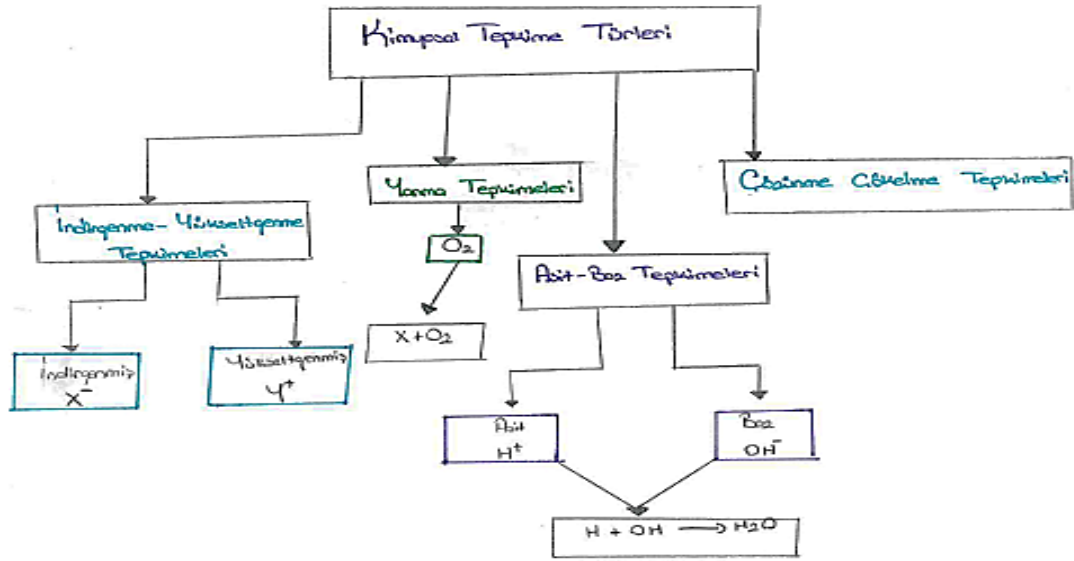
- Yine bu bilgilere dayanarak yaptığımız deneydeki tepki denkleminde yaptığımızda;  $\text{HCl}_{(s)} + \text{NaOH}_{(s)} \rightarrow \text{NaCl}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}$



0 halde bu bilgilerin iddianızı desteklediğini görüyoruz. İddia: Kimyevi tepkime de tuz ve su oluşuyorsa Asit-Baz tepkimesidir.

Şekil 3.16. Ö1 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneydeki Yansıtma Kısım-4

Son olarak Ö1 kodlu FBÖA deneyle ilgili son kavram haritasını Şekil 3.17’de görüldüğü gibi çizmiştir. FBÖA son kavram haritasında 12 tane kavram kullanmıştır. Ön kavram haritasında aynı ana kavram altında 6 tane kavram kullandığı görülmektedir. Bu bağlamda FBÖA’nın son kavram haritasında daha fazla kavram kullandığı söylenebilir. Buna karşın FBÖA’nın ön kavram haritasında daha fazla önerme yazdığı görülmektedir. (*Laboratuvar sonrası, okuma-yansıtma aşaması*).



Şekil 3.17. Ö1 Kodlu FBÖA’nın 11. Deneydeki Son Kavram Haritası

Yukarıdaki açıklamalarda da görüldüğü gibi FBÖA’lar ATBÖ yaklaşımı içerisinde bireysel, grup ve sınıf tartışmasına katılmaktadır. Bu bağlamda FBÖA’lar başlangıç soruları gözlem, iddia ve kanıt kısımlarında bireysel grup ve sınıf tartışmasına katılmaktadır. Diğer taraftan yöntemin belirlenmesinde sınıf tartışması, okuma ve yansıtma kısmında bireysel tartışma yapılmaktadır. FBÖA’lar başlangıç soruları ve iddia kısımlarında hemen hemen hiç gösterim kullanmazken; yöntem, gözlem, kanıt ve okuma-yansıtma kısımlarında gösterimler kullanılmaktadır. Bu bağlamda kimyasal araç gereçlerin çizimi, moleküler yapıdaki çizimler, formüller, kimyasal denklemler, makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel seviyelerde gösterilebilmektedir. Bu sebeple FBÖA’lar yöntem, gözlem, iddia ve kanıt kısımlarında yapılan grup ve sınıf tartışmalarında, bu gösterimleri kullanarak gerekçelendirme yapmakta ve iddialarını desteklemektedir. Böylelikle kullanılan bu seviyeler meydana gelen diyalog ortamının doğal bir parçası olarak kullanılmaktadır.

ATBÖ uygulama süreci boyunca, FBÖA'lara çoklu gösterimler ya da modsal betimlemelerle ilgili herhangi bir eğitim verilmemiştir. Süreç boyunca, yazılı argümanların değerlendirilmesi amacıyla, 10 maddeden oluşan 5'li likert tipli bir rubrik kullanılmıştır [34]. Bu rubrik "3.6 Verilerin Analizi" kısmında anlatılan rubriklerden farklı olup Ek 1 kısmında sunulmuştur. Bununla beraber, FBÖA'ların yazılı argümanları her hafta değerlendirilmiş ve FBÖA'lara "Rubriğin 4. ve 5. kısımlarına dikkat edelim.", "Rubriğin 9. ve 10. kısımlarına dikkat edelim.", "Veri+Gerekçe=Kanıt", "Gözlem anlatma", "Sınıf tablosunu çizelim.", "Birimleri yazalım" vs. gibi dönütler verilmiştir. Dönüt örnekleri Ek 2'de sunulmuştur.

### **3.6. Veri Analizi**

Veri analizi 9 FBÖA'nın yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin ve modsal betimlemelerin gelişimine odaklanmıştır. Bu bağlamda yazılı argümanlar, çoklu gösterimler ve modsal betimlemelerin analizi sırasıyla açıklanmıştır.

#### **3.6.1. Yazılı Argümanların Analizi**

Alanyazından elde edilen bilgiler doğrultusunda öğrencilerin yazılı argümanları analitik ve bütüncül olmak üzere iki şekilde analiz edilmiştir [25, 31, 58, 89]. Analitik argüman incelenirken ATBÖ öğrenci şablonundaki başlangıç soruları, iddia, kanıt ve okuma-yansıtma kısımları dikkate alınmıştır. Analitik argümanı kullanarak FBÖA'ların bu kısımları birbirinden ayırıp ayıramayacağı anlamaya çalışılmıştır. Analitik argüman FBÖA'ların yazılı argümanlarını analiz yapmadaki ilk basamaktır. Daha sonrasında FBÖA'ların bütüncül argümanları analiz edilmiştir. Bütüncül argümanlarda, argümanın ATBÖ'nün hangi kısmında olduğuna bakılmaksızın argümanın kuvvetliliğine ve bağlantılılığına odaklanılmıştır. Tablo 3.3 analitik ve bütüncül argümanların nasıl analiz edildiğini göstermektedir. Tablo 3.3'de görüldüğü gibi argümanın kalitesi için hem analitik hem de bütüncül argümanlarda 0'dan 15'e kadar bir puanlama yapılmıştır.

**Tablo 3.3.** Analitik ve Bütüncül Argümanların Puanlanması

Argüman Kalitesi	Kriterler		Puanlama Cetveli			
			0 Puan	5 Puan	10 Puan	15 Puan
Analitik Argüman (Argüman Bileşenleri)	<b>Başlangıç Soru(ları)</b>	Soru/lar laboratuvar deneyleri yaptıktan sonra cevaplandırılabilir mi?	*tek soru *araştırılmaz *uygunsuz	*tek soru *araştırılabilir	*iki ya da daha fazla soru *araştırılabilir ve anlamlı *laboratuvar sonuçları ile ilgili bir anlamaya sahip	*iki ya da daha fazla soru *araştırılabilir ve anlamlı *bağımlı bağımsız değişkenlerin anlaşıldığını gösterir ya da uygun uygulaması var
	<b>İddia</b>	*İddialar veri ve gözlemlerin direk sonucu mudur? *İddialar yeterli, doğru ve geçerli midir?	*tek iddia *herhangi bir veri ya da gözleme dayanmaz *geçersiz ve doğru değil	*tek iddia *veri ya da gözlemin yalnızca bir kısmını içerir *doğru ya da geçerli olmayabilir	*iki ya da daha fazla iddia *bütün verilere dayanıyor yalnız büyük resmi yakalayamıyor *geçerli ve kapsamlı olabilir	*iki ya da daha fazla iddia *bütün verilere dayanıyor ve büyük resmi yakalıyor *geçerli doğru ve güvenilir
	<b>Kanıt</b>	*Kanıtta veri ve gözlemler ne kadar iyi kullanılmıştır? *Kanıt doğru geçerli ve kuvvetli midir?	*verilerin sadece bir kısmını içeriyor *geçersiz, doğru olmayan ve güvenilir olmayan	*veri ve gözlemleri tekrar ifade eder *doğru, geçerli ve güvenilir olmayabilir.	*veri ve gözlemleri yorumlar *doğru geçerli ve güvenilir olabilir	*veri ve gözlemleri yorumlar ve açıklar *mantıksal ifadelerle uygun Türkçe kullanır *geçerli doğru ve zengin

	<b>Yansıtma</b>	*Okuma ve yansıtma kısımları birbirleri ile ne kadar ilişkili? *FBÖA kanıtını nasıl desteklediğini ya da desteklenmediğini yansıtması mı?	*tek kaynak *zayıf ilişkilendirilmiş *fikirlerinin nasıl değişip değişmediği ile ilgili çok zayıf açıklama	*tek kaynak *iyi ilişkilendirilmiş *fikirlerinin nasıl değişip değişmediği ile ilgili zayıf açıklama	*birden fazla kaynak *kanıtla çok iyi ilişkilendirilmiş *kanıtın büyük bir çoğunluğunu açıklar ve başlangıç sorularını tartışır *fikirlerinin nasıl değişip değişmediği ile ilgili uygun (orta derecede) açıklama	*birden fazla kaynak *direk iddia ve kanıtla ilişkilendirir *mantıksal ifadelerle uygun Türkçe kullanır ve başlangıç sorularını tartışır *kanıtın büyük bir kısmını açıklar *fikirlerinin nasıl değişip değişmediği ile ilgili güçlü açıklama
<b>Bütüncül Argüman (Bileşenler Arasındaki İlişki)</b>		*Başlangıç sorusu iddia kanıt ve yansıtma birbirleri ile ne kadar ilişkilendirilmiş? *ATBÖ bir kısımdan diğer kısma kolay bir şekilde geçmiş mi? *FBÖA'lar tarafından geliştirilen argüman ne kadar kuvvetli?	*çok zayıf bağlantı *uygun değil *akıcı değil *çok zayıf argüman	*zayıf bağlantı *akıcı olmayabilir *zayıf argüman	*orta derecede ilişki var *mantıksal uygunluk *akıcı olabilir *orta derecede argüman	*güçlü bağlantı *akış düzgün *güçlü argüman

Tablo 3.4 Ö1 kodlu FBÖA'nın 11. deneyinin, analitik ve bütüncül olarak nasıl analiz edildiğini göstermektedir. Bununla birlikte bulgular kısmında, tüm sonucu verdiği için sadece bütüncül argümanlar sergilenecektir.

**Tablo 3.4.** Ö1 Kodlu FBÖA'nın Raporundaki Bütüncül ve Analitik Argümanın Analiz Örneği

Argüman Kalitesi	FBÖA Yazım Örnekleri
Başlangıç soruları	Başlangıç soruları Şekil 3.2'de gösterilmiştir.
İddia	İddialar Şekil 3.8'de gösterilmiştir.
Kanıt	Kanıtlar Şekil 3.9, 3.10, 3.11 ve 3.12'de gösterilmiştir.
Okuma ve yansıtma	Okuma ve yansıtma Şekil 3.13, 3.14, 3.15 ve 3.16'da gösterilmiştir.
Puanlama	Analitık argüman: Başlangıç soruları 15 puan; İddia 15 puan; Kanıt 15 puan; Yansıtma 10 puan Bütüncül argüman: 15 puan

### 3.6.2. Çoklu Gösterimler ve Modsal Betimlemelerin Analizi

Bu kısımda öncelikle çoklu gösterimler sonrasında modsal betimlemelerin analizi açıklanmaya çalışılacaktır. Bu bağlamda her bir FBÖA'nın 20 ATBÖ raporu çoklu gösterimler açısından incelenirken kimyadaki çoklu gösterimler dikkate alınmıştır. Bu çoklu gösterimler makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel seviyelerdir. Makroskobik seviye, gözlenebilir ve somut olayları içermektedir ve günlük hayatta ya da laboratuvarında tecrübe ettiğimiz gerçek olayları kapsamaktadır [61-64]. Mikroskobik seviyedeki olaylar elektron, molekül ve atom gibi parçacıkların hareketini ya da bağlanma teorisini açıklamaktadır [61, 65]. Sembolik seviye, kimyasal denklemleri, diyagramları ve molekül yapı çizimleri, modelleri ve bilgisayar animasyonlarını içermektedir. Cebirsel seviye ise yapılan matematiksel işlemleri kapsamaktadır [25, 66, 67].

FBÖA'ların raporları kullanılan gösterimlerin türü ve kullanılan gösterimlerin bütüncüllüğü olmak üzere iki şekilde analiz edilmiştir. Gösterimlerin türü açısından analiz yapılırken FBÖA'ların gösterimleri birbirine ne kadar bağlantılı kullandıklarına bakılmıştır. Bu bağlamda FBÖA'lar makroskobik (MAS), mikroskobik (MİS) sembolik (SES) ve cebirsel (CEB) seviyelerden sadece bir tanesini kullanmış ise buna "tekli gösterim" denilmiştir. Eğer bu gösterimlerden ikisini birlikte kullanmışlarsa



buna “ikili gösterim” (Örneğin, MAS-MİS, MAS-SES), bu gösterimlerden herhangi üçünü birlikte kullanmışlarsa “üçlü gösterim” (Örneğin, MAS-MİS-SES; MAS-SES-CEB), gösterimlerin dördünü birlikte kullanmışlar ise buna “dörtlü gösterim” (Örneğin, MAS-MİS-SES-CEB) denilmiştir. Tablo 3.5’de FBÖA’ların kullandıkları gösterim türü, laboratuvar raporlarından örnekler verilerek açıklanmıştır.

FBÖA’ların bütüncül çoklu gösterimleri analiz yapılırken öncelikli olarak gösterim türleri belirlenmiş, sonrasında bu gösterimler kategorilendirilmiştir. Bu bağlamda kategorilendirilirken bağlantı yok ise 0 puan, zayıf bağlantı varsa 5 puan, orta derecede bağlantı varsa 10 puan ve kuvvetli bağlantı varsa 15 puan verilmiştir. Sonrasında bütüncül puan hesaplanırken kategorize edilen gösterimlerin ortalaması alınmıştır. Örneğin bir FBÖA toplamda 20 farklı gösterim kullanmıştır. Bunlardan 12 tanesini orta derecede bağlantı şeklinde ve geri kalan 8 tanesini zayıf bağlantılı olarak kullanmıştır. Bu durumda, FBÖA’nın kullandığı gösterimlerin çoğunluğu orta derecede bağlantılı kategorisinde toplandığı için FBÖA 10 puan almıştır.

**Tablo 3.5. Çoklu Gösterim Türleri, Açıklamaları ve Örnek FBÖA Cevapları**

Çoklu Gösterimlerin Türü	Çoklu Gösterimler	Açıklama	Örnek FBÖA Cevapları
Tekli Gösterim	Makroskobik seviye (MAS)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler günlük hayatta ya da laboratuvarlarda tecrübe ettiğimiz gözlemlenebilir ve somut olayları içermişse; maddenin toplu özelliklerini açıklamışsa bu kategoride incelenmiştir [63, 66].	* Çözeltinin rengi griye döndü ve gaz çıkışı oldu. * Asit baz tepkimesinde tuz oluştu. * Şekil 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7’de örnekleri vardır.
	Mikroskobik seviye (MİS)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler atom ve moleküllerin sayılarını, maddenin atomik yapısını ya da bağlanma teorisini içermişse bu kategoride incelenmiştir [63].	* Bütün yükseltgenme-indirgenme reaksiyonlarında asidik ya da bazik farketmeden elektron alışverişi gerçekleşir. * Şekil 4.23, 4.24 ve 4.27’de örnekleri vardır.
	Sembolik seviye (SES)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler, eşitlik, denklem, diyagram, moleküler düzeydeki çizimler içermişse sembolik seviye olarak gruplandırılmıştır [63, 66].	* $\text{HNO}_3$ , $\text{NaCl}$ , $\text{HCl}$ , $\text{Zn}$ , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , * $PV=nRT$ , $d=m/V$ * Şekil 4.4, 4.5 ve 4.10’da başka örnekleri vardır.
	Cebirsel seviye (CEB)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler, grafik ve formüllerle ilgili matematiksel işlemlerini içermişse cebirsel seviye olarak gruplandırılmıştır.	* $M=0.53/10=0.053M$ , * $V_{(\text{HCl})}=0.285m/178s=0.0092m/s$ * Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13’te başka örnekleri vardır.

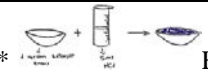
<b>İkili Gösterimler</b>	Makroskobik-Sembolik seviye (MAS-SES)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler, bir konuyu ya da kavramı açıklamak için günlük hayatta ya da laboratuvarlarda tecrübe ettiğimiz gözlemlenebilir ve somut olayları içermişse; maddenin toplu özelliklerini açıklamışsa; aynı zamanda FBÖA'ların yazdıkları, eşitlik, denklem, diyagram, moleküler düzeydeki çizimler içermişse, bu kategoride incelenmiştir [63, 66].	* $K_2CrO_4$ çözeltisi üzerine HCl (SES) eklendikten sonra çözeltinin rengi sarı renkten turuncu renge döndü (MAS). * Şekil 4.21 ve 4.22'de başka örnekleri vardır.
	Makroskobik-Mikroskobik seviye (MAS-MİS)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler, bir konuyu ya da kavramı açıklamak için ifadeler günlük hayatta ya da laboratuvarlarda tecrübe ettiğimiz gözlemlenebilir ve somut olayları içermişse; maddenin toplu özelliklerini içermişse; aynı zamanda FBÖA'ların yazdıkları atom ve moleküllerin sayılarını, maddenin atomik yapısını ya da bağlanma teorisini içermişse bu kategoride incelenmiştir [63, 66].	* Kimyasal tepkimede tuz ve su oluşuyorsa (MAS) asit-baz tepkimesidir. Bu tepkimede, asitten gelen $H^+$ iyonu ve bazdan gelen $OH^-$ iyonları birleşerek suyu oluşturur (MİS).
	Makroskobik-Cebirsel seviye (MAS-CEB)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler, bir konuyu ya da kavramı açıklamak için ifadeler günlük hayatta ya da laboratuvarlarda tecrübe ettiğimiz gözlemlenebilir ve somuttur olayları içermişse; maddenin toplu özelliklerini içermişse; aynı zamanda grafik ve formüllerle ilgili matematiksel işlemlerini içermişse FBÖA'ların yazdıkları bu kategoride incelenmiştir [63, 66].	Bir tepkimede başlangıçtan kısa bir süre sonra değişen derişimin (MAS) değişen zamana oranı ile başlangıç hızı bulunur. Başlangıç hızı = $(0.022-0.053) / (10-0) = 0.0031m/s$ (CEB)

İkili Gösterimler (devamı)	Mikroskobik-Sembolik seviye (MİS-SES)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler atom ve moleküllerin sayılarını, maddenin atomik yapısını ya da bağlanma teorisini içermişse; aynı zamanda eşitlik, denklem, diyagram, moleküler düzeydeki çizimler içermişse FBÖA'ların yazdıkları bu kategoride incelenmiştir [63, 66].	* $Al + 2HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2$ , $Al^0 \rightarrow Al + 3e^-$ (SYM). Al 3 elektron aldığı için yükseltgenmiştir (MİS).
	Sembolik-Cebirsel seviye (SES-CEB)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler eşitlik, denklem, diyagram, moleküler düzeydeki çizimler ve grafik ve formüllerle ilgili matematiksel işlemlerini içermişse FBÖA'ların yazdıkları bu kategoride incelenmiştir [63, 66].	* $P_{toplam} = P_{su\ buharı} + P_{gaz}$ (SES) formülünü kullanarak hesaplama ( $1atm = 0.023 + P_{gaz}$ , $P_{gaz} = 1 - 0.023 = 0.977atm$ ) yapması (CEB).
Üçlü Gösterimler	Makroskobik-Mikroskobik-Sembolik seviye (MAS-MİS-SES)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler, bir konuyu ya da kavramı açıklamak için ifadeler günlük hayatta ya da laboratuvarlarda tecrübe ettiğimiz gözlemlenebilir ve somuttur olayları içermişse; maddenin toplu özelliklerini içermişse; aynı zamanda atom ve moleküllerin sayılarını, maddenin atomik yapısını ya da bağlanma teorisini içermişse; aynı zamanda eşitlik, denklem, diyagram, moleküler düzeydeki çizimler içermişse FBÖA'ların yazdıkları bu kategoride incelenmiştir [63, 66].	* HCl çözeltisi Zn ile tepkimeye girerek gaz çıkışı oldu (MAS). Buda bir kimyasal tepkime olduğunu gösterir. Daha sonra deney tüpünün ağzını kapattık. Diğer deney tüpüne H <sub>2</sub> gazı birikti ve ateş tuttuğumuzda ses çıkardı (MAS). $Zn^0 + HCl \rightarrow H_2(g) + ZnCl_2$ tepkimesi gerçekleşti (SES). Bu tepkime yükseltgenme-indirgenme tepkimesidir. Çünkü elektron alışverişinin olduğu tepkimelere yükseltgenme indirgenme tepkimeleri denir. Bu deneyde de Zn 2 elektron vererek 0'dan +2'ye yükseltgenmiş ve H 1 elektron alarak +1'den 0'a indirgenmiştir (MİS). *Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'de bu kategori için benzer örnekler vardır.

Üçlü Gösterimler (devamı)	Makroskobik- Sembolik- Cebirsel seviye (MAS-SES-CEB)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler, bir konuyu ya da kavramı açıklamak için ifadeler günlük hayatta ya da laboratuvarlarda tecrübe ettiğimiz gözlemlenebilir ve somut olayları içermişse; aynı zamanda eşitlik, denklem, diyagram, moleküler düzeydeki çizimler içermişse; aynı zamanda grafik ve formüllerle ilgili matematiksel işlemlerini içermişse bu kategoride incelenmiştir [63, 66].	Şekil 4.26'da görüldüğü gibi FBÖA deneyde kullandığı maddelerin sembollerini ( $H_2O_2$ , $MnO_2$ ) ve derişim hesaplama formülünü ( $M=n/V$ ) yazmıştır (SES). Sonrasında hesaplama ( $M=0.53/0.005=106M$ ) yapmıştır (CEB). Sonrasında ise FBÖA'nın katalizör kullanarak yaptığı deneyde kıvılcım miktarının katalizör kullanmadan yaptığı deneydeki kıvılcım miktarına göre fazla olduğunu belirtmiştir (MAS). * Şekil 4.25'te bu kategori için benzer örnekler vardır.
Dörtlü Gösterimler	Makroskobik- Mikroskobik- Sembolik- Cebirsel seviye (MAS-MİS-SES-CEB)	ATBÖ raporunda yazılan ifadeler, bir konuyu ya da kavramı açıklamak için günlük hayatta ya da laboratuvarlarda tecrübe ettiğimiz gözlemlenebilir ve somut olayları içermişse; maddenin toplu özelliklerini içeriyorsa; aynı zamanda atom ve moleküllerin sayılarını, maddenin atomik yapısını ya da bağlanma teorisini içeriyorsa; aynı zamanda eşitlik, denklem, diyagram, moleküler düzeydeki çizimler içermişse; aynı zamanda grafik ve formüllerle ilgili matematiksel işlemlerini içermişse bu kategoride incelenmiştir [63, 66].	* Şekil 4.27'de görüldüğü gibi; FBÖA moleküler çarpışma teorisini kullanarak açıklamalar yapmaktadır (MİS). Toz tebeşire ve silindirik tebeşire HCl eklendiğinde kabarcıkların oluştuğunu ifade etmiştir (MAS). Öğrenci şekil çizmiş, ardından temas yüzeyi arttıkça tepkime hızının arttığını göstermek amacıyla toz tebeşir ve silindirik tebeşir ile ilgili tepkime gerçekleşme sürelerini de dikkate alarak tepkime hızı formülünü ( $Tepkime Hızı = \Delta M/\Delta t$ ) (SES) yazmış ve bununla ilgili hesaplama ( $2M/0.005s=6.25 \times 10^{-3}m/s$ ) yapmıştır (CEB). * Şekil 4.28'de bu kategori için benzer örnekler vardır.

FBÖA'ların modsal betimlemeleri “metin, matematiksel, grafik, şekil, tablo ve formül” olarak sınıflandırılmıştır. Bu bağlamda metin, FBÖA'ların herhangi bir modsal betimleme kullanmadan yazdıkları yazıları oluşturmaktadır. Matematiksel, FBÖA'ların yapmış olduğu hesaplamaları ve sayısal işlemleri göstermektedir. Grafik, birkaç olay, nicelik ya da olgu arasında karşılaştırma yapmaya yarayan iki boyutlu çizgilerden oluşmuş biçimleri kapsamaktadır. Şekil, bir olayı açıklamak için kullanılan çizimler ve resimleri kapsamaktadır. Tablo, kavramların birbiri ile olan ilgilerine göre düzenlenerek yazılmış iki boyutlu gösterimlerdir. Formül ise denklemler, maddelerin kimyasal formülleri ve hesaplamada kullanılan formülleri içermektedir. Tablo 3.6'da FBÖA'ların ATBÖ raporlarında kullandıkları modsal betimleme türleri ve açıklamaları yer almaktadır.

**Tablo 3.6.** Modsal Betimleme Türleri, Açıklamaları ve Örnek FBÖA Cevapları

Modsal Betimlemeler	Açıklama	Örnek FBÖA Cevapları
Metin	Anlatım, noktalama ve biçim özellikleriyle oluşan sözcüklerdir.	* “Bir madde hem yükseltgen hem indirgen madde olarak davranabilir.” cümlesi * Diğer örneklerine Şekil 3.13, 3.14, 3.15 ve 3.16'den bakılabilir.
Matematiksel	Matematik biliminin kendine özgü kullanımları olan sembol, denklem ve formüller yolu ile yapılan hesaplamalardır [45].	* $M = \frac{0,53}{10} = 0,053M$ şeklinde yazıp $H_2O_2$ 'nin molaritesinin hesaplanması * Diğer örneklerine Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13'ten bakılabilir.
Şekil	Anlatılmak istenen ifadelere yönelik gerçek görüntülerin elde edilemediği durumlarda başvurulan temsili çizimlerdir [90].	*  Havanda toz haline getirilen tebeşirin üzerine HCl dökülerek şekildeki gibi gözlemlerini çizmesi. * Diğer örneklerine Şekil 4.4, 4.5, 4.7 ve 4.8'den bakılabilir.
Grafik	Metin olarak ifade edilmekte zorlanılan sayısal verilerin (miktar, ölçü vb.) görsel olarak sunulmasıdır [90].	* Şekil 4.19'da görüldüğü gibi molaritenin zamana bağlı değişiminin grafiğini çizmesi

Tablo	Sözel ve sayısal ifadelerin belirli bir amaç doğrultusunda satırlar ve sütunlar halinde düzenlenerek sunulmasıdır [90].	* Şekil 4.11'de görüldüğü gibi tablo çizerek maddelerin özkütlelerinin ölçümünü bu tabloya yerleştirilmesi.
Formül	Denklemler, maddelerin kimyasal sembolleri ve hesaplamada kullanılan formüllerdir.	* $Mg+2HCl \rightarrow MgCl_2+H_2$ denkleminin, $d = \frac{m}{v}$ formülünün, HCl, NaOH, H, Zn, $Pb(NO_3)_2$ , vs. kimyasal sembollerin kullanılması, * Diğer örneklerine 3.15, 3.16, 4.12 ve 4.13'ten bakılabilir.

FBÖA'ların yazılı argümanları, çoklu gösterimleri ve modsal betimlemelerinin analizi için "betimsel ve içerik" analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları ise bulgular kısmında iddialar şeklinde verilmiştir. Bu iddialara ulaşmak için bir dizi basamak takip edilmiştir. 1) Öncelikle her bir deney baştan sona okunmuştur. 2) Çoklu gösterimler kodlanmıştır (örneğin MAS, MİS, SES, CEB, MAS-SES, MAS-MİS-SES vs.) ve ATBÖ yaklaşımının basamakları (Başlangıç sorusu, yöntem, gözlem, iddia, kanıt ve okuma-yansıtma) göz önünde bulundurularak kategorilendirilmiştir. 3) Gösterimler ve kategoriler sayılmıştır. Daha önce yapılan analizlerde başlangıç sorusu ve iddialarda çok az gösterim kullanıldığı için bu kısımlar daha sonradan analize katılmamıştır. Bu sebeple gösterimlerin analizi yapılırken yöntem, gözlem, kanıt ve okuma-yansıtma kısımlarına odaklanılmıştır. 4) Çoklu gösterimler için tablolar ve grafikler oluşturulmuştur. 5) Her bir deney tekrar baştan sona okunarak modsal betimlemeler ve bu betimlemelerin yazılı argümanların hangi kısımlarında kullanıldığı belirlenmiştir. 6) FBÖA'ların her bir deneyi için analitik ve bütüncül argümanları analiz edilmiştir ve puanlanmıştır. Bu bağlamda puanlama yapılırken argümanların bağlantısı yok ise 0 puan, zayıf bağlantısı varsa 5 puan, orta derecede bağlantısı varsa 10 puan ve kuvvetli bağlantısı varsa 15 puan verilmiştir. 7) Ortaya çıkan sonuçlar sürekli karşılaştırmalı metot kullanılarak diğer FBÖA'lar için de yapılmıştır. 8) "Örüntü oluşturma, değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme ve bir dizi kanıt inşa etme" taktikleri kullanılarak iddialar geliştirilmiştir [91].

### 3.7. Geçerlilik ve Güvenirlik

Çalışma, 2017-2018 eğitim-ğretim döneminde Genel Kimya Laboratuvarı I ve Genel Kimya Laboratuvarı II dersleri kapsamında yürütülmüştür. ATBÖ ğrenci raporları her hafta toplanmış ve dönüt verilmiştir. Verilen dönüt rnekleri Ek 2 kısmında sunulmuştur. Çalışmanın yapılabilmesi için gerekli yasal izin alınmış ve Ek 3 kısmında sunulmuştur. Çalışmada, FBA'ların gerçek kimlikleri gizlenmiştir. ATBÖ raporları analiz edilirken FBA'lara 1'den 9'a kadar kodlar verilmiştir.

FBA'ların yazılı argümanlarının geçerliliği ve güvenirliğini sağlamak amacıyla kimya eğitimi alanında uzman bir ğretim yesi ile 20 laboratuvar etkinliği birbirinden bağımsız olarak analiz yapılmıştır. Sonrasında farklı olan analiz sonuçları tartışılarak nihai karar verilmiştir. Aynı şekilde FBA'ların çoklu gösterimleri ve modsal betimlemelerinin analizi için, toplamda 81 ATBÖ raporu iki araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. İki araştırmacı arasındaki analiz uyumu % 87 olarak bulunmuştur [91].

Bu bölümde, yöntem kısmı açıklanmış olup, bundan sonraki bölümde bulgular kısmı açıklanacaktır.



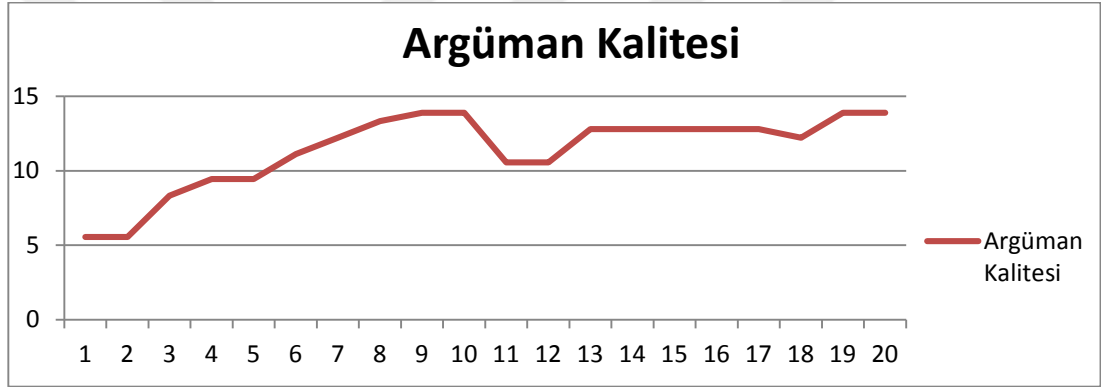
## 4.BULGULAR

Bu kısımda, çalışmadan elde edilen bulgular araştırma soruları göz önünde bulundurularak iddialar şeklinde sunulmuştur. Bu bağlamda, toplamda 5 iddia yapılmıştır ve bazı iddiaların alt iddiaları bulunmaktadır.

### 4.1 Çalışmanın Birinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın birinci araştırma sorusuna cevap verebilmek için bir iddia ortaya atılmıştır.

*İddia 1. FBÖA'ların yazılı argümanlarının kalitesi zamanla artış göstermektedir.*



**Grafik 4.1.** FBÖA'ların Yazılı Argümanlarının Kalitesi

İddia 4.1, birinci araştırma sorusuna cevap olarak verilmiştir. Bu bağlamda, birinci araştırma sorusu olarak “FBÖA'ların yazılı argümanlarındaki gelişim nasıldır?” sorulmuştur. Bu soruya cevap bulabilmek için FBÖA'ların 20 ATBÖ raporu argümanların kalitesi açısından incelenmiştir. Bunun için Tablo 3.3'te belirtilen kriterler kullanılmıştır.

Grafik 4.1 incelendiğinde, argümanların kalitesi için, birinci dönem bütüncül argümanların puanları 1. deneyden 10. deneye bakıldığında 5.56'dan 13.89'a yükselmiştir. Bu bağlamda, 1. dönemde alınan puanlar sırasıyla 5.56, 5.56, 8.33, 9.44, 9.44, 11.11, 12.22, 13.33, 13.89 ve 13.89 şeklinde değişmektedir. İkinci dönemin deneyleri bütüncül argüman puanları açısından incelendiğinde 11. deneyden 20. deneye bir artış olduğu gözlenmiştir. Bu bağlamda, puanlar 11. deneyde 10.56 iken 20. deneyde 13.89'a yükselmiştir. FBÖA'ların ikinci dönemde alınan puanları

sırasıyla 10.56, 10.56, 12.78, 12.78, 12.78, 12.78, 12.78, 12.22, 13.89, 13.89 şeklinde değişmektedir. Bu FBÖA'ların 10. ve 11. deneyleri arasında yaklaşık iki aylık bir zaman bulunmaktadır. FBÖA'ların 10. ve 11. deneylerindeki argümanların kalitesi incelendiğinde bir azalma olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, FBÖA'lar 10. deneyde 13.89 puan alırken, 11. deneyde 10.56 puan almıştır. Ayrıca her iki dönemin son puanları incelendiğinde, FBÖA'ların aynı puanları aldıkları görülmektedir. Bu bağlamda, 10. ve 20. deneylerde FBÖA'lar 13.89 puan almışlardır. Grafik 4.1 incelendiğinde, diğer dikkat çeken nokta, birinci dönemdeki notlar sürekli olarak bir artış gösterirken, ikinci dönemdeki notların belli bir değerde sabit kalmasıdır. Bu bağlamda, birinci dönemde 5.56'ten 13.89'a sürekli bir artış varken, ikinci dönemde 10.56'den 13.89'a artmıştır ve puanların çoğunluğu 12.78'de sabit kalmıştır. Birinci dönemde ilk ve son deney arasında 8.33'lük (13.89-5.56) bir fark varken, ikinci dönemde 3.33'lük (13.89-10.56) bir fark bulunmaktadır. Buradan yola çıkarak FBÖA'ların yazılı argümanlarındaki gelişiminin zamanla artış gösterdiği ve artış gösterdikten sonra belirli bir seviyede kaldığı söylenebilir.

FBÖA'ların ATBÖ raporları incelendiğinde, çoğunlukla ilk deneylerinin iddia ve kanıt kısımlarında argümanları düşük kalitede yaptıkları, son deneylerinin iddia ve kanıt kısımlarında argümanların kalitesinde artış olduğu görülmektedir. Örneğin; Ö7 kodlu FBÖA'nın 1. deneyi olan maddelerin özkütleleri deneyi incelendiğinde, öğrencinin yalnızca iki iddia oluşturduğu, bu iddiaların büyük resmi yakalayamadığı anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle FBÖA yaptığı iddiaları elde ettiği verileri kullanarak yapmamıştır. Ayrıca FBÖA'nın iddialarını düzgün ve net bir şekilde yazmadığı görülmektedir. Ö7 kodlu FBÖA 1. iddiasında iddia ve kanıtını karışık yazmıştır. Sonrasında ise kanıt kısmında gerekçeler kullanmadığı, kanıt kısmını ikna edici bir şekilde yazmadığı ve sadece gözlem anlattığı anlaşılmaktadır. Ö7 kodlu FBÖA'nın kanıt kısmında her bir iddiasını ayrı ayrı kanıtlamadığı ve bir sayfa iddia ve kanıt yazdığı görülmektedir. Bu nedenle Ö7 kodlu FBÖA 1. deneyde argüman kalitesi açısından zayıftır ve 5 puan almıştır. FBÖA'nın yaptığı iddia ve kanıt Şekil 4.1'de görülmektedir.

**İDDİA:** Yoğunluk sıvıların için ayırt edici bir özelliktir. Aynı sıvı öz-  
ründe farklı hacimlerde yaptığımız yoğunluk ölçümleri yaklaşıklık olarak  
aynı çıkmıştır. Aynı işlemi başka sıvı için uyguladığımızda yine yaklaşıklık  
olarak bir yoğunluk değeri bulduk. Yani yoğunluk sıvıların için ayırt  
edici özelliktir.

Kütle ve hacim bilirse yoğunluğu da bilebiliriz.

**KANIT:** Yapılan deneyde şekli düzensiz olmayan bir cisim kütlesini ve  
hacmini bildiğimiz bir cismin yoğunluğu  $d = \frac{m}{V}$  formülünden bulduk.  
Yoğunluğun sıvıların için ayırt edici bir özellik olduğunu göstermek  
ölçümlerinde aynı sıvıda ve farklı sıvılarda, yaklaşıklık olarak aynı  
çıkmadık. Bir sıvının kütlesi örnek için belli bir  
miktar sıvı dolu meşurdan boş meşur kütlesini çıkartarak sıvının  
kütlesini bulduk. Daha az kütleye sahip olması için beher değil meşur  
kullandık. Yağlar içinde aynı yöntemleri uyguladık. Şekli düzensiz  
bir lastik dökme de diğerlerinin hacmini ölçmek için  $a \times b \times c$   
formüllerinden hesapladık. Şekli düzensiz olmayan katı ise  $\rho m l$   
ile aynı işleme atarak yabancısı sıvı miktarını,  $\rho m l$ 'yi çıkartarak  
sonuç olarak da şekli düzensiz olmayan katının hacmini bulduk.

#### Şekil 4.1. Ö7 Kodlu FBÖA'nın 1. Deneyinin Kanıt Kısmı

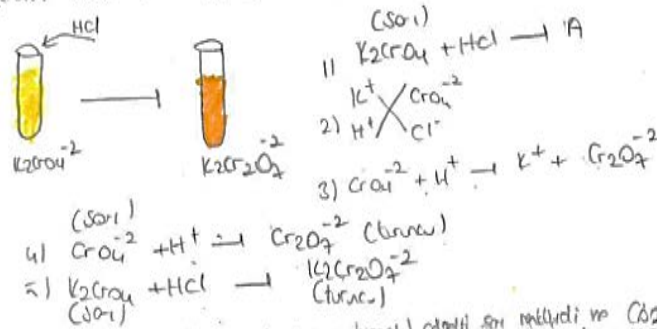
Ö7 kodlu FBÖA'nın 14. deneyi olan kimyasal denge deneyi incelendiğinde, FBÖA'nın dört iddiada oluşturduğu ve bu iddiaları net ifadelerle oluşturduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca bu iddiaların büyük resmi yakaladığı ve kaliteli iddialar olduğu görülmektedir. Kanıt kısmı incelendiğinde, Ö7 kodlu FBÖA'nın her bir iddiasını ayrı ayrı kanıtladığı görülmektedir. Ayrıca FBÖA'nın kanıtını oluştururken kuvvetli gerekçeler kullandığı, detaylı bir şekilde açıkladığı ve gözlemlerini gerekçelendirerek yazdığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda Ö7 kodlu FBÖA'nın üç sayfa iddia ve kanıt yazdığı görülmektedir. Bu nedenle FBÖA, 14. deneyde argüman kalitesi açısından en yüksek puan olan 15 puanı almıştır. FBÖA'nın yaptığı iddia ve kanıt Şekil 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'te görülmektedir.

- İDDİA: 1) Denge tepkimelerinde girenlere madde eklenirse kimyasal denge sağ yönde yer ürünler kayar.  
 2) Denge tepkimelerinde ürünler madde eklenirse kimyasal denge sağ yönde yer girenlere kayar.  
 3) Sıcaklık değişimi entalpi tepkimelerinde dengeli ürünler kayar.  
 4) Sıcaklık değişimi entalpi tepkimelerinde dengeli girenlere kayar.

Şekil 4.2. Ö7 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyinin İddia Kısmı

KANIT:

İddia-1'de "Denge tepkimelerinde girenlere madde eklenirse kimyasal denge sağ yönde yer ürünler kayar" denmiştir. Çünkü ağırlık yarı "denge" bir kimyasal tepkimenin hız sabitlerinden eşitlik durumuna ulaşması "kimyasal denge"dir. Yani kimyasal tepkimelerde birim zaman-oda tepkimeye girenlerin miktarları, ürünlerinde girenlere eşit olduğu olur. Dengedeki tepkimelerde tepkimeye girenlerin miktar arttırıldığında denge ürünler kayar. Çünkü girenlere eklenirken tepkime denge sağ yönde yer ürünler kayar. Örnek olarak aşağıdaki tepkimeyi veririz.



Dengele bir tarafta  $K_2CrO_4$  (potasyum kromat) eklenirse sağ yönde yer ürünler kayar. Çünkü  $CrO_4^{2-}$  turuncu renkli geçeceklerdir. Bu nedenle denge sağ yönde yer girenlere kayar. Çünkü girenlere eklenirken tepkime denge sağ yönde yer ürünler kayar. Üstteki bilgilere ve dengedeki gözlem ve verilere bağlı olarak iddianın doğru olduğunu söyleyebiliriz.

İddia-2'de "Denge tepkimelerinde ürünler madde eklenirse kimyasal denge sağ yönde yer girenlere kayar" denmiştir. Çünkü dengedeki bir tepkimeye ürünler eklenirse tepkime girenlere kayar, girenlere eklenirken tepkime denge sağ yönde yer ürünler kayar. Örnek olarak aşağıdaki tepkimeyi veririz.

Şekil 4.3. Ö7 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyinin Kanıt Kısmı-1

**Şekil 4.4. Ö7 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyinin Kanıt Kısmı-2**

**1)  $K_2CrO_4$  (Çiğerler)  $\xrightarrow{HCl}$   $K_2Cr_2O_7$  (Çiğerler)**

**$K_2CrO_4$  (Çiğerler)  $\xrightarrow{NaOH}$   $K_2CrO_4$  (Çiğerler)**

**$K_2Cr_2O_7$  (Çiğerler)  $\xrightarrow{NaOH}$   $K_2CrO_4$  (Çiğerler)**

**2)  $Cr_2O_7^{2-} + Na^+ + OH^- \rightarrow \dots$**

**3)  $Cr_2O_7^{2-} + OH^- \rightarrow Cr_2O_4^{2-}$**

**4)  $Cr_2O_4^{2-} + OH^- \rightarrow \dots$**

**$Cr_2O_7^{2-} + H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_4^{2-} + H_2O$**

**Deneyde Ürünler ( $K_2Cr_2O_7$ ) miktarı (NaOH) miktarı altında tepkime gerçekleşir. Ürünlerin miktarı arttıkça tepkime dengesi sağa kayar. Başlangıçta ürün miktarı arttıkça tepkime dengesi sola kayar. Ürünlerin miktarı arttıkça tepkime dengesi sola kayar.**

**3. Sıradaki "Endotermik tepkimelerde sıcaklık değişimi tepkime dengesi üzerine etkisi" deneyi. "Endotermik tepkimelerde sıcaklık değişimi tepkime dengesi üzerine etkisi" deneyi. "Endotermik tepkimelerde sıcaklık değişimi tepkime dengesi üzerine etkisi" deneyi.**

**Titrimetrik Çözeltinin Sıcaklığına Göre 22°C'dir.**

**$Cu(NO_3)_2$  çözeltisi**

**Şekil 4.5. Ö7 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyinin Kanıt Kısmı-3**

**$Cu(NO_3)_2$  çözeltisi  $\xrightarrow{NaCl}$   $CuCl_2$**

**$151 + Cu(NO_3)_2 + NaCl \rightarrow CuCl_2 + NaNO_3$**

**Endotermik tepkime olduğuna ilişkin olarak, sıcaklık arttıkça tepkime dengesi sağa kayar. Başlangıçta tepkime dengesi sola kayar. Başlangıçta tepkime dengesi sola kayar.**

**Endotermik tepkime olduğuna ilişkin olarak, sıcaklık arttıkça tepkime dengesi sağa kayar. Başlangıçta tepkime dengesi sola kayar. Başlangıçta tepkime dengesi sola kayar.**

**$CuCl_2 + Na^+ + NO_3^- \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NaCl$**

**Endotermik tepkime olduğuna ilişkin olarak, sıcaklık arttıkça tepkime dengesi sağa kayar. Başlangıçta tepkime dengesi sola kayar. Başlangıçta tepkime dengesi sola kayar.**

**$CuCl_2$  çözeltisi**

**$Cu(NO_3)_2$  çözeltisi**

FBÖA'ların yazılı argümanlarının kalitesi başka bir örnek üzerinden incelenecek olursa, Şekil 4.6'da görüldüğü gibi Ö5 kodlu FBÖA'nın karışımların ayrılması konusundaki 2. deneyi incelendiğinde, FBÖA'nın altı iddia oluşturduğu ancak iddialarını düzgün ifade etmediği ve gözlemlerini iddia şeklinde yazdığı anlaşılmaktadır. Kanıt kısmına bakıldığında ise FBÖA'nın yazdığı kanıtların hangi iddiayı kanıtladığı net olarak anlaşılmadığı ve FBÖA'nın gözlem anlattığı görülmektedir. FBÖA kanıtında gerekçeler kullanmadığı gibi, iddialarını ikna edici bir şekilde kanıtlamadığı görülmektedir. Örneğin; 1. iddiasını "Birbirine karışan sıvılar kaynama noktası farkından yararlanılarak ayrıştırılır?" şeklinde ifade etmiştir. Kanıt kısmında iddiasını net bir şekilde kanıtlamadığı "yapılan deneylerde etil alkolün sudan daha çabuk buharlaştığını yani kaynama noktasının daha düşük olduğunu kanıtladık." şeklinde kanıtını ifade etmiştir. Bu kanıtın veri ve gözlemleri içermediği ve iddiayı direk olarak sonuca bağladığı görülmektedir. Bu bağlamda Ö5 kodlu FBÖA'nın bir sayfa iddia ve kanıt yazdığı görülmektedir. Bu nedenle Ö5 kodlu FBÖA 2. deneyde argüman kalitesi açısından zayıf puan olan 5 puanı almıştır. FBÖA'nın yaptığı iddia ve kanıt Şekil 4.6'da görülmektedir.

**İDDİA:** Birbirine karışan sıvılar kaynama noktası farkından yararlanılarak ayrıştırılır.  
etil alkol ile su birlikte iken yavaş ama sadece etil alkol var iken yavaş  
Heterojen sıvı-sıvı özelliği yoğunluk farkından yararlanılarak ayırma hunisi ile ayrıştırılır.  
Homojen katı-sıvı karışımlarda buharlaştırma yöntemi ile ayrıştırılır.  
Mikrots manyetik demir iki farklı katman ayrıştırılmasında kullanılır.  
İspenç özelliği çıkarırken her defasında oseter eklersek rengi  
**KANIT:** acılı.  
Yapılan deneylerde etil alkolün sudan daha çabuk buharlaştığını yani kaynama noktasının daha düşük olduğunu kanıtladık. Etil alkol su ile yavaş yavaş sadece etil alkol yandı. Bu da etil alkolün yoğunluk özelliği olduğunu gösterir. Gaz halinde bir maddeyi sıvılaşmaya ille yoğunlaştırarak.  
Heterojen sıvı-sıvı karışımlarda ayırma hunisi ile ayırma yöntemi kullanılır. Yoğunluğu daha olan sıvı dipte, az olan sıvı ise üstte kalacağı için kullanılır. Beklenildiği zaman tam bir ayrılma olur ve müslüğü olduğu zaman ağır sıvı gelene kadar okutılır böylece ayrılır olur.  
Bu madde ile bir karışım demir ise önce bunları heterojen demir homojen demir ayırma. Yani kumu seçene sudan selen suya özelliğinden suya gitsen ise de buharlaşacağından kolayca ayrıştırılabilir. süzgeç kuma katı maddeyi tutup sıvıyı ayıracağından süzme işlemi öncelik olarak yapılır.  
Mikrots genel olarak demir, nikel, kobalt gibi maddeleri manyetik özelliği olduğundan çıkar. Demir tozu ve kum karışımında mikrots kumu seçmeye yardımcı ayrıştırma yapar.

Şekil 4.6. Ö5 Kodlu FBÖA'nın 2. Deneyinin İddia ve Kanıt Kısımları

Ö5 kodlu FBÖA'nın 20. deneyi olan sabun deneyi incelendiğinde, FBÖA'nın dört iddia oluşturduğu ve bu iddiaların büyük resmi yakaladığı ve kaliteli iddialar olduğu görülmektedir. Kanıt kısmına bakıldığında öğretmen adayının her bir kanıtını net ve ikna edici bir şekilde açıkladığı görülmektedir. Bu bağlamda FBÖA gerekçeler kullanmıştır. Örneğin 1. iddiasını “Sabun; zeytinyağı, NaOH, etil alkol ve NaCl'nin birleşimi sonucunda elde edilir” şeklinde ifade etmiş ve kanıt kısmında iddiasını tekrar etmiştir. Daha sonrasında gerekçeler kullanarak iddiasını ikna edici bir şekilde kanıtlamaya çalışmıştır. Bu bağlamda şekil ve denklemler kullanarak iddiasını desteklemeye çalışmıştır. Veri ve gözlemlerini yorumlamış ve açıklamıştır. Geçerli doğru ve zengin kanıtlar oluşturmuştur. Kanıtlarını uygun Türkçe kullanarak mantıksal ifadelerle yazmıştır. Bu nedenle Ö5 kodlu FBÖA 20. deneyde argüman kalitesi açısından yüksek puan (15) almıştır. Bu bağlamda Ö7 ve Ö5 kodlu FBÖA'ların ilk deneyleri (1. ve 2. deneyler) ve son deneyleri (14. ve 20. deneyler) incelendiğinde yazılı argümanlarındaki gelişimi zamanla artış göstermiştir. Ö5 kodlu FBÖA'nın yaptığı iddia Şekil 4.7'de, kanıt ise Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10'da görülmektedir.

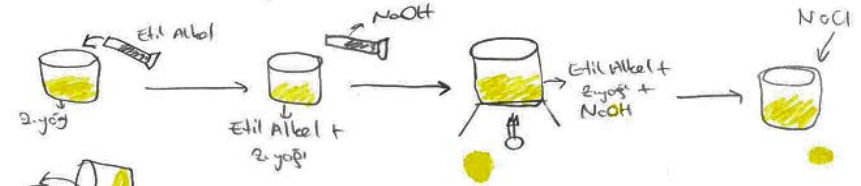
**İDDİA:** 1) Sabun, zeytinyağı, NaOH, etil alkol ve NaCl'nin birleşimi sonucunda elde edilir.

- 2) Sabun oluşumunda NaCl yağ (gliserin) etkisini yok eder.
- 3) Sabun oluşumunda etil alkol yağ çözer ve tepkimayı hızlandırır.
- 4) Sabun tiri "benzer benzeri çözer" ilkesine göre temizler.

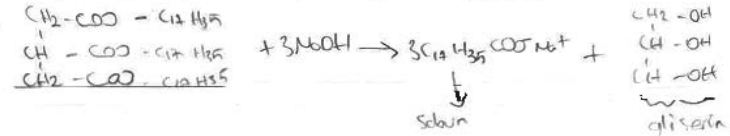
Şekil 4.7. Ö5 Kodlu FBÖA'nın 20. Deneyinin İddia Kısmı

**KANIT:** 1. İddianın da

Sabun (zeytinyağı, NaOH, etil alkol ve NaCl'nin birleşimi sonucunda elde edilir) dedim. Çünkü sabun üretiminde zeytinyağı kesinlikle olmaz. Etil alkol eklememizin nedeni yağ çözücü ve reaksiyonu hızlandırıcıdır. Sabun yapımında NaOH, esterlerin, amidlerin hidrolizi için kullanılır. "Sabunun birleştiricisi" NaOH'tır ve sabuna bağlayıcı katar. Sabunda NaCl kullanılmamasının nedeni ise sabundaki gliserini uzaklaştırmaktır. Bunu yaptığımız deneyi örnek verecek olursak;



Burada zeytinyağı üzerine etil alkol ekledik ve yağ çözdük daha sonra NaOH ekledik. Bununla birlikte ısıttığımızda koyu bir kıvam elde ettik. Bununla birlikte NaCl eklediğimizde sonuçta gliserini uzaklaştırdık ve ruşudük. Sabun olup olmadığını denediğimizde elimizde kaygan bir his oluyor ve suda yıkadığımızda ise hafif köpükler oluştu.

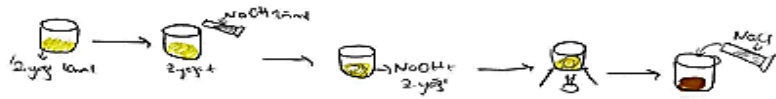


Şekil 4.8. Ö5 Kodlu FBÖA'nın 20. Deneyinin Kanıt Kısmı-1



② İddianın

Sebum durumunda NaCl yağ (gliserin) etkisini yok eder. Çünkü sabun yapımında Zeytinyağı kullanıyoruz ve zeytinyağı sabun için etil alkol kullanıyoruz. NaOH ekleyerek de sabun elde ediyoruz. Fakat sabun ile birlikte ortamda gliserin de bulunuyor. Zeytinyağı etil alkol ile çözüldüğü için gliserin de çözülüyor. Biz bu sabun elde etmede işleminin ardından ortamda NaCl ile gliserini uzaklaştırıyoruz ve bize sadece sabun kalır. Buna yaptığımız deneyi örnek veririz.



Biz burada sabun yaparken kullandığımız maddelerden etil alkol kullanmadık ve NaCl'in etkisine bakarak. Sonunda sabun yerine tuz ve yağsız bir madde elde ettik. Dolayısıyla NaCl'in sabun durumunda gliserinin etkisini yok eder denei. Böylece iddiamız kanıtlanır.

③ İddianın

Sebum durumunda etil alkol yağ çözer ve tepkimeyi hızlandırır denei. Çünkü Zeytinyağı ve NaOH sabunun asıl hammaddeleridir. Zeytinyağı üzerine zeytinyağı çözen bir madde eklersek yani etil alkol eklersek NaOH ile tepkimeye girmesini daha da kolaylaştırırız. Buna da yaptığımız deneyi örnek verecek oluruz.

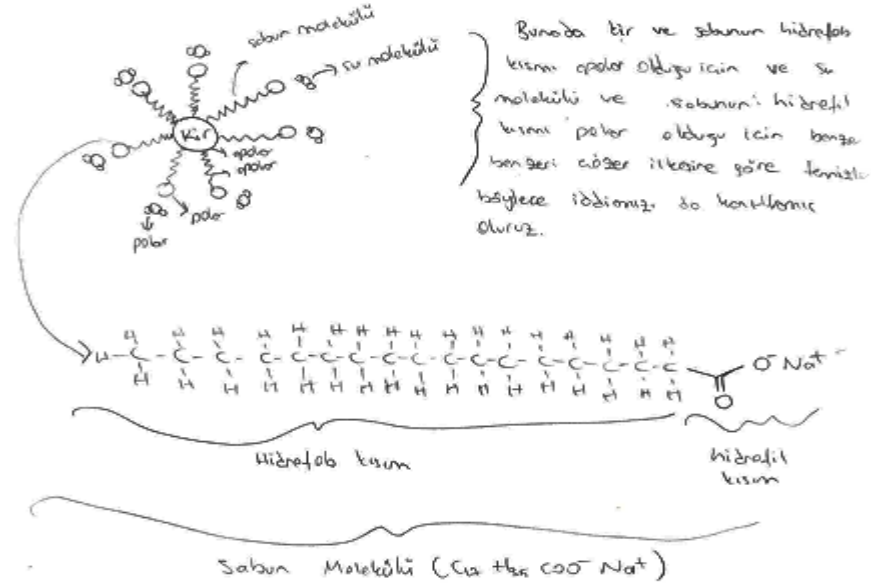


Biz burada sabun yaparken kullandığımız maddelerden NaCl'i kullanmadık. Etil alkol yağ çözer ve tepkimeyi hızlandırır denei. Etil alkol zeytinyağı çözüldüğünden tepkime sonunda gliserin düştü. Biz gliserini ortamdan kaldırmadık. NaCl'i eklenmediği için yağlı sabun elde ettik. Burada etil alkolün yağ çözüldüğünü kanıtlanır.

Şekil 4.9. Ö5 Kodlu FBÖA'nın 20. Deneyinin Kanıt Kısmı-2

④ İddianın

Sabun kiri kenar kenarı çözer" ilkesine göre temizler denei. Çünkü sıyrıklarda ve cilt üzerinde bulunan kirlerin çoğu, çok ince tırnak yağ tabakasıyla sonuçlanır. Bu yağ tabakası uzaklaştırılabilirse, kir parçacıkları da "çekilir". Bir sabun molekülü, bir ucunda apolar yapıya uygun grup bulunan uzun, hidrokarbon benzeri karbon zincirinden oluşur. Karbon zinciri hidrofilik (suyla sarmayan), polar ve ise hidrofilik (suda çözünür) kısımdır. Sabun ile kirleri çözen sabunun uzun hidrokarbon zincirlerinden oluşan apolar kısımları yine apolar olan kirleri tutar hatta onları çevreler, polar kısımları ise polar olan su molekülleri ile etkileşir. Böylece birbirlerini çekerek ve bir sudan diğer suya geçirmeye çalışır. Bunu da seki üzerinde gösterecek oluruz.

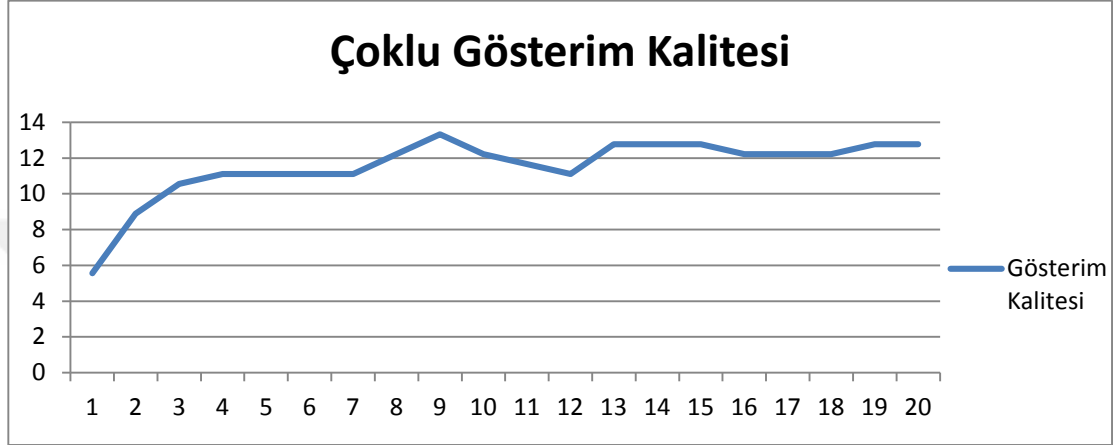


Şekil 4.10. Ö5 Kodlu FBÖA'nın 20. Deneyinin Kanıt Kısmı-3

## 4.2 Çalışmanın İkinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın ikinci araştırma sorusuna cevap verebilmek için bir iddia ortaya atılmıştır.

**İddia 2:** *FBÖA'ların yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimleri (makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel) zamanla artış göstermektedir.*



**Grafik 4.2.** FBÖA'ların Çoklu Gösterimlerinin Kalitesi

İddia 2, ikinci araştırma sorusuna cevap olarak verilmiştir. Bu bağlamda, ikinci araştırma sorusu olarak “FBÖA'ların yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin (makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel) gelişimi nasıldır?” sorulmuştur. Bu soruya cevap bulabilmek için FBÖA'ların 20 ATBÖ raporundaki çoklu gösterimler incelenmiştir. Bunun için Tablo 3.5’de belirtilen kriterler kullanılmıştır.

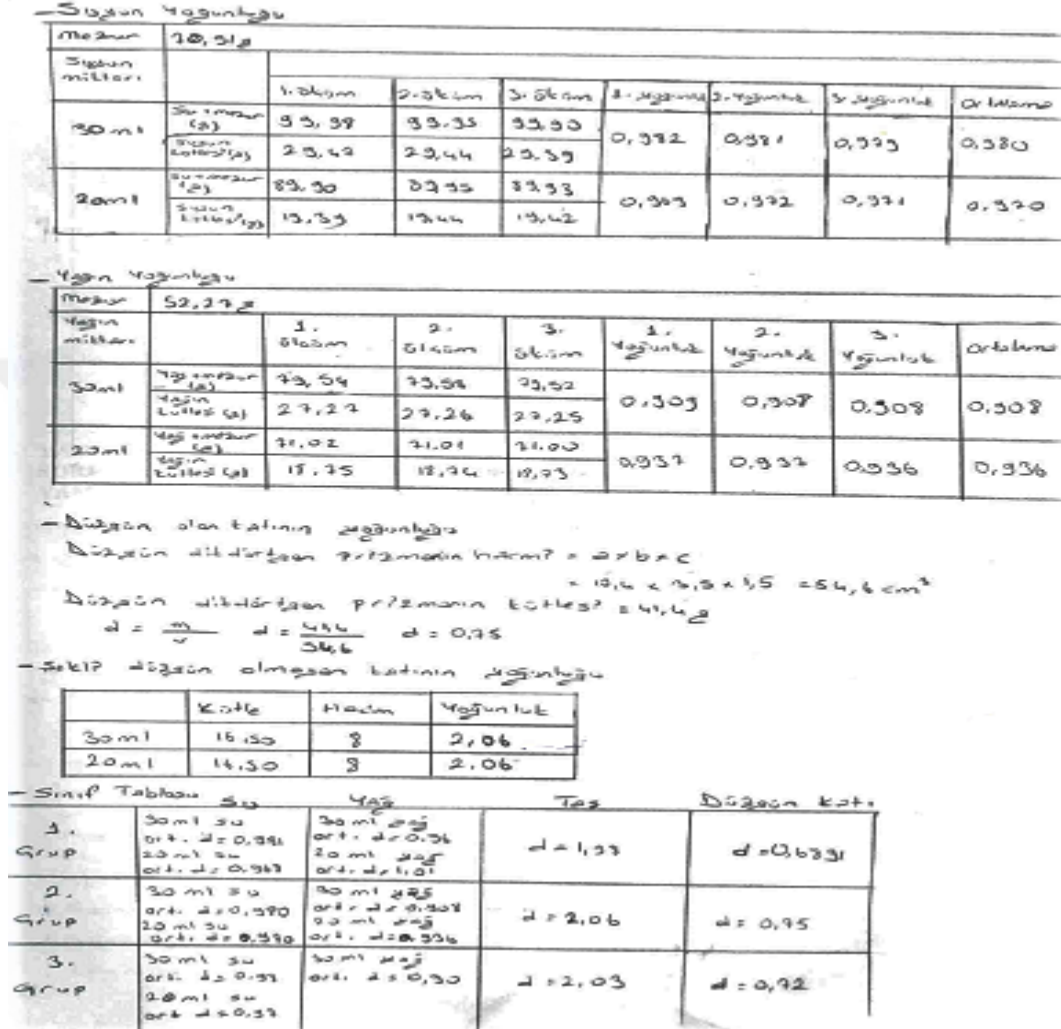
Grafik 4.2 incelendiğinde, çoklu gösterimlerin kalitesi için, birinci dönem bütüncül çoklu gösterimlerin puanları 1. deneyden 10. deneye bakıldığında 5.56’den 12.22’ye yükselmiştir. Bu bağlamda, birinci dönemde alınan puanlar sırasıyla 5.56, 8.89, 10.56, 11.11, 11.11, 11.11, 11.11, 12.22, 13.33 ve 12.22 şeklinde değişmektedir. İkinci dönemin deneyleri bütüncül çoklu gösterimlerin puanları açısından incelendiğinde 11. deneyden 20. deneye bir artış olduğu gözlenmiştir. Bu bağlamda, puanlar 11. deneyde 11.67 iken 20. deneyde 12.78’e yükselmiştir. İkinci dönemde alınan puanlar sırasıyla 11.67, 11.11, 12.78, 12.78, 12.78, 12.22, 12.22, 12.22, 12.78, 12.78 şeklinde değişmektedir. FBÖA'ların 10. ve 11. deneyleri arasında yaklaşık iki aylık bir zaman bulunmaktadır. 10. ve 11. deneylerindeki çoklu gösterimlerin puanları incelendiğinde argümanların kalitesinde olduğu gibi bir azalma olduğu görülmektedir. Bu bağlamda,

FBÖA'lar 10. deneyde 12.22 puan alırken, 11. deneyde 11.67 puan almıştır. Buna karşın, her iki dönemin son puanları incelendiğinde, FBÖA'ların birbirine çok yakın puanlar aldıkları görülmektedir. FBÖA'lar 10. deneyde 12.22; 20. deneyde 12.78 puan almıştır. Grafik 4.2 incelendiğinde, diğer dikkat çeken nokta, birinci dönemdeki puanların, ikinci dönemdeki puanlara göre belli bir değerde sabit kalmasıdır. Bu bağlamda, birinci dönemdeki puanlarda genelde bir artış varken, ikinci dönemde 11. ve 12. deneyler haricinde alınan puanların sabit olduğu söylenebilir. Bu bağlamda birinci dönemde çoklu gösterim puanlarına bakıldığında, 1. deneyden 4. deneye kadar 5.56'dan 11.11'e yükseldiği görülmektedir. Devamında 4. deneyden 7. deneye kadar 11.11'de sabit kalmaktadır. Sonrasında 7. deneyden 10. deneye kadar 11.11'den 12.22'ye yükseldiği görülmektedir. İkinci dönem notları detaylı bir şekilde incelendiğinde 11. ve 12. deneyler haricinde puanların sabit kaldığı söylenebilir. Bu bağlamda FBÖA'lar 11. deneyde 11.67 ve 12. deneyde 11.11 puan almışken, 12. deneyden 20. deney kadar 12.22 ile 12.78 arasında değişen puanlar aldıkları görülmektedir. Ayrıca, birinci dönemde ilk ve son deney arasında 6.66'lık (12.22-5.56) bir puan farkı varken, ikinci dönemde 1.11'lik (12.78-11.67) bir puan farkı bulunmaktadır. Buradan yola çıkarak, FBÖA'ların yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin gelişimin zamanla artış gösterdiği, bununla birlikte ikinci dönemde çoğunlukla sabit kaldığı söylenebilir.

ATBÖ raporları incelendiğinde, FBÖA'ların çoğunlukla ilk deneylerinin gözlem kısmında düşük kalitede çoklu gösterim yaptıkları, son deneylerinin gözlem kısmında kullandıkları çoklu gösterimlerin kalitesinde artış olduğu görülmektedir. Bu bağlamda FBÖA'ların çoklu gösterimleri en fazla gözlem kısmında kullandığı için aşağıda verilecek örnekler gözlem kısımlarını içermektedir. Örneğin; Ö4 kodlu FBÖA'nın 1. deneyi olan maddelerin özkütleleri deneyi incelendiğinde, gözlem kısmında FBÖA'nın dört sembolik ve iki sembolik-cebirselleştirilmiş seviyede çoklu gösterim kullandığı görülmektedir. Sembolik seviye olarak formüller ( $d=m/v$ ) kullandığı görülmektedir. Sonrasında bu formüllerle cebirselleştirilmiş seviyede hesaplamalar ( $d=41.4/54.6=0.75$ ) yaptığı anlaşılmaktadır. Böylelikle FBÖA'nın sembolik ve cebirselleştirilmiş (SES-CEB) seviyeleri birlikte kullandığı görülmektedir. Ancak tabloda belirtilen sayısal ifadelerin ne anlama geldiği birimler yazılmadığından anlaşılmamaktadır. Bu nedenle Ö4 kodlu FBÖA 1.

deneyde çoklu gösterimin kalitesi açısından düşük puan (5) almıştır. FBÖA'nın yaptığı gözlemler Şekil 4.11'de görülmektedir.

**VERİ/ GÖZLEM, GRAFİK, DENKLEŞTİRİLMİŞ DENKLEM VE HESAPLAMALAR:**



**Şekil 4.11.** Ö4 Kodlu FBÖA'nın 1. Deneyinin Gözlem Kısmı

Ö4 kodlu FBÖA'nın 17. deneyi olan çözünürlük dengesi deneyi incelendiğinde, FBÖA'nın gözlem kısmında dört sembolik-cebirselsel seviyede, bir makroskobik-sembolik-cebirselsel (MAS-SES-CEB) ve bir makroskobik-sembolik seviyede gösterim kullandığı görülmektedir. Bu bağlamda Ö4 kodlu FBÖA, SES-CEB seviyede tepkime denklemini yazmış ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \rightarrow \text{PbI}_2 + \text{KNO}_3$ ,  $\text{PbI}_2 \leftrightarrow \text{Pb}^{+2} + 2\text{I}^-$ ) sonra Qçç ile ilgili formülleri yazmış ( $Q_{\text{çç}} = \frac{[\text{Pb}^{+2}] \cdot [\text{I}^-]^2}{[\text{PbI}_2]}$ ) sonrada bununla ilgili hesaplamalar ( $Q_{\text{çç}} = \frac{0,001 \times 0,03 \times 10^{-3}}{(100,15 \times 10^{-3})} = 8 \times 10^{-10}$ ) yapmıştır. Daha sonra MAS-SES-CEB seviyede  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ve KI çözeltilerinin hazırlanmasını deney şekilleri çizerek ifade etmiş, sonrasında bu çözeltilerin hazırlanmasında kullanılan formülleri ( $m = n/V$ ,

$n=m/mA$ ) yazmış ki bunlar sembolik seviyededir. Gerekli hesaplamaları ( $0.2=n/0.02$ ,  $n=0.004$ ) yapmıştır ki bu da cebirsel seviyededir. Sonrasında ise bu çözeltilerin biri diğerinin üzerine ilave edildiğinde herhangi bir çökeltme meydana gelip gelmediğini açıklamıştır. Bu da makroskobik seviyededir. MAS-SYM seviyeyi birbirine nasıl bağlantıladıkları incelendiğinde  $Pb(NO_3)_2$  ve  $KI$  çözeltilerinde renk değişimini yazması makroskobik ve sembolik seviyeleri birbirine bağlantıladığını gösterir. Böylelikle FBÖA'nın 17. deneyde 2. deneyine göre daha fazla çeşitte çoklu gösterim kullandığı ve çoklu gösterimleri daha bağlantılı kullandığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle Ö4 kodlu FBÖA 17. deneyde çoklu gösterimin kalitesi açısından yüksek puan (15) almıştır. FBÖA'nın yaptığı gözlemler Şekil 4.12 ve 4.13'te görülmektedir.

**VERİ/ GÖZLEM, GRAFİK, DENKLEŞTİRİLMİŞ DENKLEM VE HESAPLAMALAR:**

0,33g  
 $Pb(NO_3)_2$

100mL  
saf su

100mL  
 $Pb(NO_3)_2$   
çözeltisi?

İlk olarak  $Pb(NO_3)_2$  çözeltisinden 100mL ve 0,01M alaçözümünü belirledik ve çözeltiyi hazırlamak için  $Pb(NO_3)_2$  katısından kaç gram alaçözümünü hesapladık.

$$M = \frac{n}{V} \quad 0,01 = \frac{n}{0,1} \quad n = 0,001 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{mA} \quad 0,001 = \frac{m}{331,2} \quad m = 0,331 \text{ gram}$$

0,66g  
KI

20 mL  
saf su

20mL  
KI  
çözeltisi?

İlk olarak  $KI$  çözeltisinden 20mL ve 0,2 M alaçözümünü belirledik ve çözeltiyi hazırlamak için  $KI$  katısından kaç gram alaçözümünü hesapladık.

$$M = \frac{n}{V} \quad 0,2 = \frac{n}{0,02} \quad n = 0,004 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{mA} \quad 0,004 = \frac{m}{166,01} \quad m = 0,664 \text{ gram}$$

$Pb(NO_3)_2$  çözeltisine ilk olarak 3 damla (0,05mL)  $KI$  çözeltisi ilave ettik ve karıştırdık, bir değişiklik gözlemlenmedi, çöktürme olmadı.

$Pb(NO_3)_2$  çözeltisine 2 damla daha  $KI$  çözeltisi ilave ettik ve karıştırdık, bir değişiklik gözlemlenmedi, çöktürme olmadı.

$Pb(NO_3)_2$  çözeltisine damla damla 3mL  $KI$  çözeltisi ilave ettik ve karıştırdık, değişiklik gözlemlenmedi, çöktürme olmadı.

Buaha sonra  $Pb(NO_3)_2$  çözeltisinde renk değişikliği ve çöktürme gözlemlenene kadar ortama  $KI$  çözeltisi ilave ettik ve karıştırdık.

3 damla  
KI

5 damla  
KI

3 mL  
KI

3 mL + 10 damla  
KI

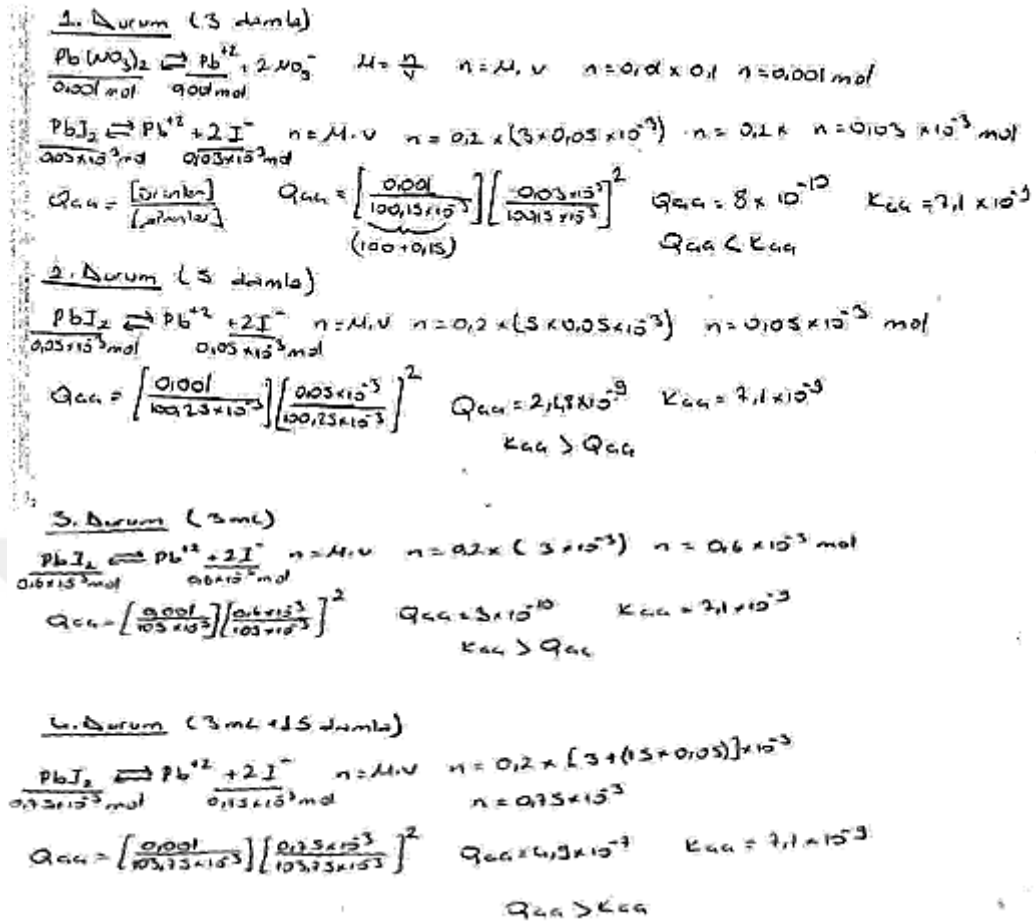
3 mL + 15 damla  
KI

Buaha sonra hazırlanan çözeltilerin belirli hacimlerinde absorbans ölçümleri yapıldı.

$$Pb(NO_3)_2 + 2I^- \rightarrow PbI_2 + 2NO_3^- \quad K_{eq} = [Pb^{2+}][I^-]^2$$

$$PbI_2 \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2I^- \quad K_{eq} = 7,1 \times 10^{-9} \text{ olduğunu daha önce hesaplamıştık.}$$

Şekil 4.12. Ö4 Kodlu FBÖA'nın 17. Deneyinin Gözlem Kısmı-1



Şekil 4.13. Ö4 Kodlu FBÖA'nın 17. Deneyinin Gözlem Kısmı-2

Diğer bir örnek olarak Ö6 kodlu FBÖA'nın 1. deneyi olan maddelerin özkütleleri deneyinin gözlem kısmı incelendiğinde, FBÖA'nın bir sembolik seviye ve bir makroskobik-sembolik seviyede çoklu gösterim yaptığı görülmektedir. FBÖA'nın sembolik seviye olarak formül ( $d=m/v$ ) kullandığı sonrasında gözlemlerini makroskobik seviyede açıkladığı görülmektedir. Bu nedenle Ö6 kodlu FBÖA 1. deneyde çoklu gösterimin kalitesi açısından zayıf puan (5) almıştır. FBÖA'nın yaptığı gözlemler Şekil 4.14'te görülmektedir.

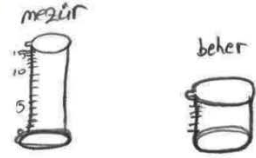
**VERİ/ GÖZLEM, GRAFİK, DENKLEŞTİRİLMİŞ DENKLEM VE HESAPLAMALAR:**

İki sorularımızı göz önüne alarak iki suyu belirledik su ve yağ. Bu sıvıların kendi aralarında yoğunluklarını karşıladık. ayırt edici bir özelliktedir diye. Ben suyun yoğunluğunu deneyimde isledim. Arkadaşımda Yağın diğer arkadaşım ve katınınkini. Suıbrda 2 farklı değer aldık ve bu değerleri 3 kez tekrarladık ki deneyimiz tutarlı olsun diye ilk olarak boş mezürün kütlesini ölçtük sonra suyu koyup ölçtük ve toplam kütleden mezürün kütlesini çıkarıp suyun kütlesini bulduk hacmi de belli olan suyun yoğunluğunu buldum ve bu deneyi ilk olarak 20 ml su ile üç kez tekrar ettim. ve daha sonra 30 ml ile üç kez tekrar ettim sonuç olarak çok düşük farklarla birbirini çok yakın değerler buldum her deneyimin sonucunda bu şekilde suyun yoğunluğunu buldum. Aynıını arkadaşım yağ için yaptı. Deney sırasında mezür de sıvının hacmini okurken bombeli kısmın oldu yerdan okumamız gerektiğine dikkat ettim. Arkadaşımda kütlerin yoğunluğun ölçümünde şekli olmayan kati olarak testi belirleyip hacmini ve kütlesini buldu. hacmini sıvı yardımı ve mezür ölçümü ile buldu. mezür kullanmamızdaki sebep ağı değerlerin alınmasıdır. şekli olan kati ise dikkat gen bir kati seçti, hacmini ~~ve~~ kütlesini buldu. bu şekilde yoğunluklarını buldu.

	Su	Yağ	Taş	Düzgün cisim
1. Grup	30ml ort: 0,981 20ml ort: 0,968	30ml ort: 0,96 20ml ort: 1,01	1,98	d = 0,6891
2. Grup	20ml ort: 0,93 30ml ort: 0,97	20ml ort: 0,9365 30ml = 0,9023	30ml = 1,65 20ml = 1,65	d = 0,75
3. Grup	30ml ort: 0,98 20ml ort: 0,97	30ml ort: 0,90	d = 2,03	d = 0,72

SINIF  
TABLOSU

yoğunluk ölçümü :  $d = \frac{m}{V}$   
 d: yoğunluk  
 m: kütle  
 V: hacim



Şekil 4.14. Ö6 Kodlu FBÖA'nın 1. Deneyinin Gözlem Kısmı

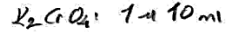
Ö6 kodlu FBÖA'nın 14. deneyi olan kimyasal denge deneyinin gözlem kısmı incelendiğinde, FBÖA'nın MAS-SES-CEB seviyede iki, MAS-SES seviyede iki ve SES-CEB seviyede iki gösterim kullandığı görülmektedir. Bu bağlamda Ö6 kodlu FBÖA önce sembolik seviyede yapılan gözlemlerin şekillerini ve grafiklerini çizmiştir. Daha sonra deneyde kullandığı maddelerin sembollerini ( $K_2CrO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$  ve NaOH) yazarak denklemler ( $K_2Cr_2O_7 + NaOH \rightarrow K_2CrO_4$ ) kullanmış ve hesaplamalar için gerekli formülleri ( $n=m/mA$  ve  $M=n/V$ ) yazmıştır. Makroskobik

seviyede (renk değişimi vs.) gözlemlerini yazmıştır. FBÖA formüller ( $n=m/mA$  ve  $M=n/V$ ) yazarak cebirsel ( $18.35/34=0.53$  ve  $0.53/10=0.053$ ) hesaplamalar yapmıştır. FBÖA'nın 14. Deneyde 1. Deneye göre daha bağlantılı çoklu gösterimler kullandığı görölmektedir. Bu nedenle Ö6 kodlu FBÖA 14. deneyde çoklu gösterimin kalitesi açısından yüksek puan (15) almıştır. Ö6 kodlu FBÖA'nın yaptığı gözlemler Şekil 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20'de görölmektedir. Buradan yola çıkarak, FBÖA'ların çoklu gösterimlerindeki gelişiminin zamanla artış gösterdiği söylenebilir.





VERİ GÖZLEM, GRAFİK, DENKLEŞTİRİLMİŞ DENKLEM VE HESAPLAMALAR:



Dersin (matr.)  
maddeler  
HCl = 10 ml  
NaOH = 1M 10 ml



1



2



3



NaOH

$$K_2CrO_4 = 1 = \frac{n}{V} = 1 = \frac{n}{10} = 10 = \frac{m}{194} \quad m = 194 \text{ gram}$$

$$K_2Cr_2O_7 = 1 = \frac{n}{V} = 1 = \frac{n}{5} = 5 = \frac{m}{147} \quad m = 735 \text{ gram}$$

$$NaOH \rightarrow 1 = \frac{n}{V} = 1 = \frac{n}{10} = 10 = \frac{m}{40} \quad m = 400 \text{ gram}$$

\* İlk olarak deneyimlerde üç tüp belirledik ve tepkimeye sokacağımız maddeleri belirleyip ( $K_2CrO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ , NaOH, HCl) maddeleri mizi belirledik ve 1. ve 3. tüpe  $K_2CrO_4$  maddelerinin sulu sızeltmelerini hazırlayıp koyduk, 2. tüpe ise  $K_2Cr_2O_7$ 'nin 5 ml'lik sulu sızeltmesini hazırlayıp koyduk. Deneyimlerde gözlemlenmemiz gereken "Deneyde olan bir tepkimede ürünler kısmına eklemek yaparsak denge ne tarafa göneler, ürünler kısmına eklemek yaparsak denge hangi tarafa kayar bunu gözlemledik. 2 sayıdaki anlatıyordum deneydeki gözlemlerimi."

Şekil 4.15. Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-1



5 ml  $Cu(NO_3)_2$  + saf su + NaCl

1M 20 ml  $\rightarrow$   $Cu(NO_3)_2$   
2 gram  $\rightarrow$  NaCl

Sıcaklık

$$C = \frac{m}{V} = \frac{2}{20} = 0,1 \text{ g/ml}$$

$$m = C \cdot V = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ gram}$$

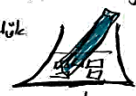
+ 75°C kadar ısıtılarak dengesiyle gözlemlenir.

Sayıdaki bu deneyimlerde denge de olan bir tepkimede sıcaklığın ne gibi etkisi olur onu gözlemledik. Önceden tüpe hazırladığımız  $Cu(NO_3)_2$  sulu sızeltmesi ile NaCl karıştırdık ve ısı verme suyu ile dolu olan beherin ısıtıcı koyup ısı vermeye başladık... Tepkimemizin ilk başta Endotermik bir tepkimedir. ısı vermeden önce tepkimemizin Endotermik mi Egzotermik mi olduğunu belirledik ve ısı verdiğimizde renk değişimi gözlemlendi ve yeşil renge dönüştü.



1. durum ısıya düşmeye başladıysa

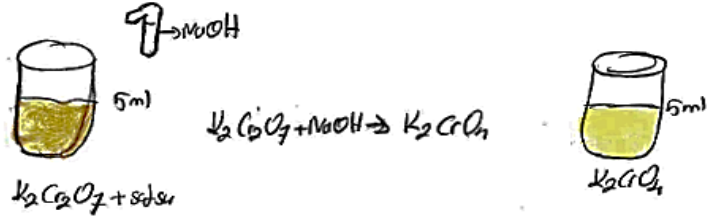
Bu sefer ise yeşil renkte olan maddemizin ısıya düşmeye başladık ve rengini tekrar eski rengine döndüğünü gördük morige  $\rightarrow$



ısıya düşmüs denemen

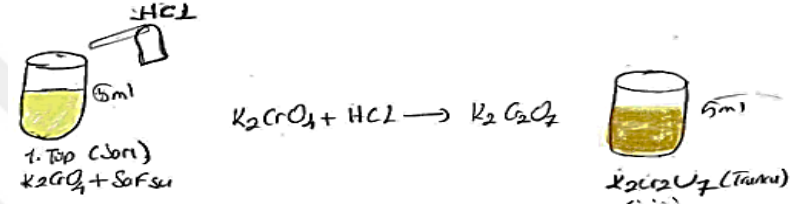
Burada sununu gördük ki Endotermik bir tepkimemizin sıcaklığını artırdığımız zaman denge ürünler kısmına kayar (Yeşil renge aldı). Sıcaklığı azaltığımız zaman ise denge gıtar kısmına kayar (Mavi renge tekrar döner ilk haline)

Şekil 4.16. Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-2

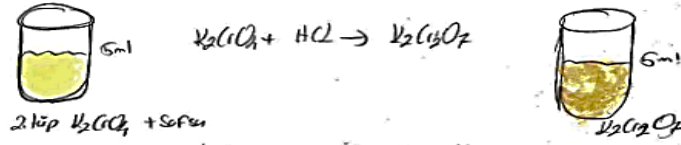


Bu seferde dengede olan tepkimenin ürünler kısmına madde ekleyip dengenin hangi yöne kaydığını gözlemledik, ürünler kısmında oluşan  $K_2Cr_2O_7$  maddesine  $NaOH$  maddesini eklediğimizde renginin faktörden sonra ilk haline döndüğünü gördük. Aslında bu tepkimenin tersine bir tepkime olduğunu anladık ve sarı renge sahip olan  $K_2CrO_4$  maddesine dönüşümünü gördük; Söyleki tepkimeyi gerçekleştirirken zaten  $K_2CrO_4$  maddesine  $HCl$  ekleyip  $\rightarrow K_2Cr_2O_7$  madde oluşumunu gördük (turuncu renkle) bu seferde  $K_2Cr_2O_7$  maddesine (ürünlerde bulunan)  $NaOH$  ekleyince ilk maddemizi elde ettik sarı renkle olan ( $K_2CrO_4$ ) Aslında buradan sonra anlayabiliriz ki bu seferde denge girintiler kısmına kaymış oldu. Yani ürünlerin derişimini arttırdığımız zaman tepkime dengesi girintiler kısmına kayıyor. hem deneyimizi bu şekilde gözlemledik hepide tepkimenin denklemini yazarak da bunun doğruluğunu yapmış olduk-

Şekil 4.17. Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-3

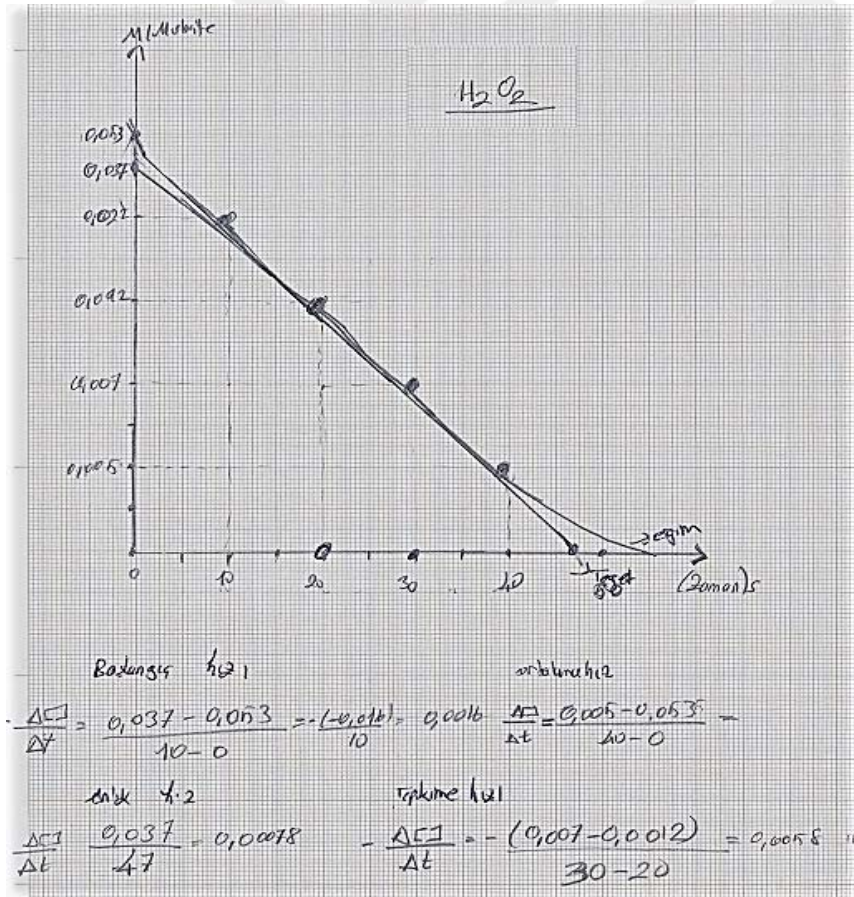


Saf su ile 5 ml karıştırdığımız çözeltiye  $HCl$  maddesini ekledik ilk önce ettiğimizde 1. hipteki gerçekleşen tepkime sırasında maddenin rengi değişti. Oluşum ve renginin turuncuya döndüğünü gördük. Potasyum kromat maddesinin orijinali yani saf halde iken renginin sarı olduğunu biliyoruz. Saf su ile karıştırdığımızda yine sarı bir renkle olduğunu gördük.  $HCl$  maddesini eklediğimizde renk değişimini gördük denkleminde yazıldığı gibi  $K_2Cr_2O_7$  maddesi olan bir ürün oluşuyor ve su maddenin öz renginde turuncu olduğunu biliyoruz. Aynı deneyimiz sonucunda hipotez olarak son maddenin rengi de turuncudur ( $K_2Cr_2O_7$ )

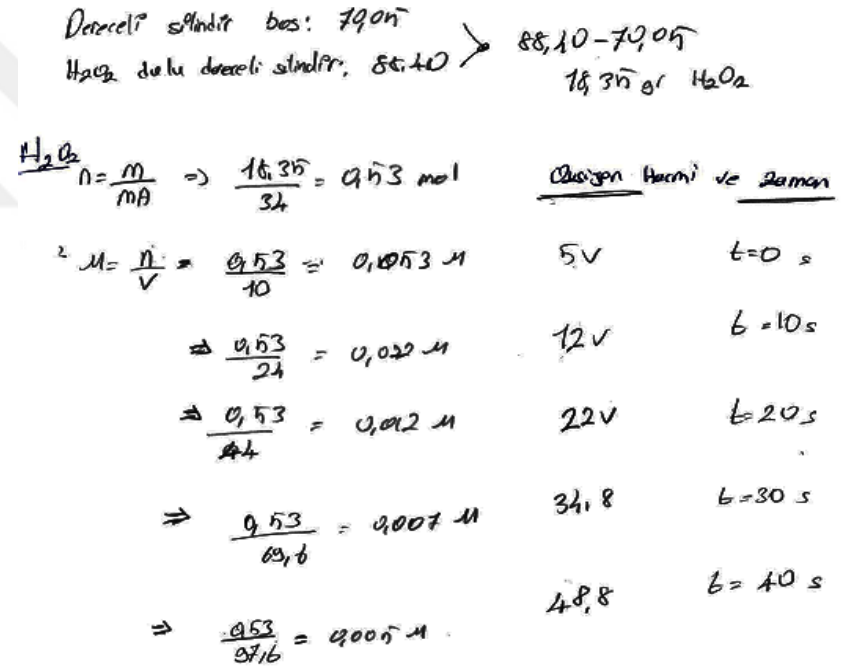


Yine bir bu tepkimeyi (Girintiler kısmına 2. kez  $HCl$  eklediğimizde aynı tepkimenin dengesi ürünler kısmına doğru kayıyor gördük burada tepkimenin renginin turuncuya döndüğünü gözlemledik buna bağlı olarak ilk deneyimizde ürünler kısmında turuncu renge sahip  $K_2Cr_2O_7$  maddesi oluşmuştu ve 2. deneyimizde girintiler kısmına 2. kez  $HCl$  ekleyip girintilerin derişimini arttırdığımızda renk turuncu olup dengenin girintilere kaydığını gözlemledik.

Şekil 4.18. Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-4



Şekil 4.19. Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-5



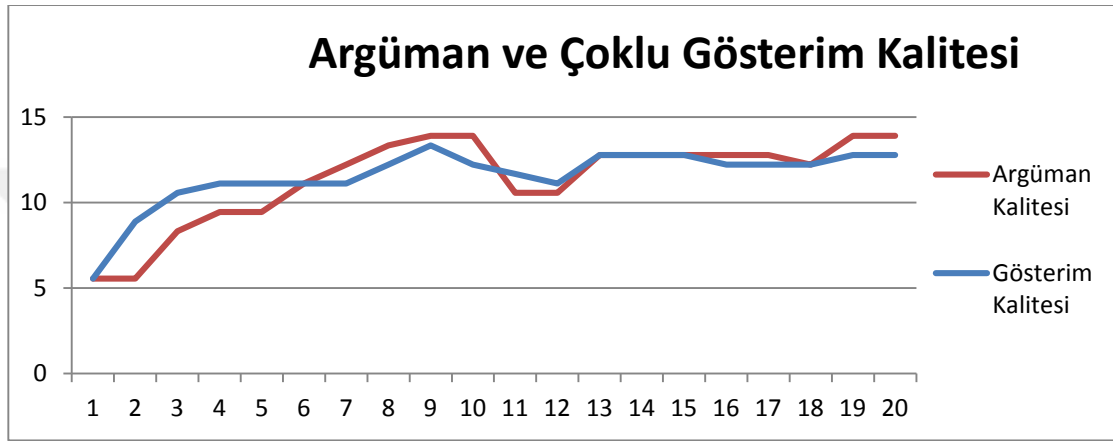
okyanus gazının hacmini ölçüp stakiyometrik oranlar ile H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hacmini gazlar yığılma oranında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> O<sub>2</sub>'nin 2 katı olduğunu biliyoruz, bu yüzden H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin hacmi O<sub>2</sub>'nin hacminin iki katıdır.

Şekil 4.20. Ö6 Kodlu FBÖA'nın 14. Deneyi Gözlem Kısmı-6

### 4.3 Çalışmanın Üçüncü Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın üçüncü araştırma sorusuna cevap bulabilmek için iki iddia ortaya atılmıştır. Bu iddialar aşağıda açıklanmıştır.

**İddia 3a:** *FBÖA’ların yazılı argümanlarındaki bütüncül argümanların gelişimi ve çoklu gösterimlerin gelişimi arasında paralel bir ilişki vardır.*



**Grafik 4.3.** FBÖA’ların Yazılı Argümanları ve Çoklu Gösterimlerinin Kalitesi

İddia 3a, üçüncü araştırma sorusuna cevap olarak verilmiştir. Bu bağlamda, üçüncü araştırma sorusu olarak “FBÖA’ların yazılı argümanlarındaki bütüncül argümanların gelişimi ve çoklu gösterimlerin gelişimi arasında herhangi bir ilişki var mıdır?” sorulmuştur. Bu soruya cevap bulabilmek için FBÖA’ların 20 ATBÖ raporu argümanların ve gösterimlerin kalitesi açısından incelenmiştir. Bunun için Tablo 3.3 ve 3.5’te bulunan kriterler kullanılmıştır. Bu soruya cevap verilirken ayrıca 1. ve 2. soruların cevapları da dikkate alınmıştır.

Grafik 4.3 incelendiğinde, argümanların ve çoklu gösterimlerin kalitesi açısından birinci dönemde her ikisinde de artış olduğu görülürken, ikinci dönemin başında bir azalma vardır. Ayrıca, ikinci dönemin gelişimleri incelendiğinde hem argümanların ve hem de çoklu gösterimlerin çoğu zaman sabit kaldığı ve 11. deney ile 20. deney arasındaki puan farklarının az olduğu görülmektedir. Birinci dönem detaylı bir şekilde incelendiğinde, argüman ve çoklu gösterimler 5.56 puanla başlarken, argümanların kalitesinden alınan puanlar 13.89’a yükselmekte ve çoklu gösterimlerin kalitesi 12.22’ye yükselmektedir. Birinci dönemin son deneyi olan 10. deney ile ikinci

dönemin ilk deneyi olan 11. deney incelendiğinde, argümanların kalitesi 13.89'dan 10.56'ya düşerken, çoklu gösterimlerin kalitesi 12.22'den 10.56'ya düşüş göstermiştir. İkinci dönem argümanların kalitesi açısından detaylı bir şekilde incelendiğinde, 13-17. deneyler arasında 12.78 puanında, 19-20. deneylerde 13.89 puanında sabit kaldığı görülmektedir. Aynı şekilde, ikinci dönem çoklu gösterimlerin kalitesi açısından detaylı bir şekilde incelendiğinde, 13-17. deneyler arasında 12.78 puanında sabit kalınırken, 16-18. deneyler arasında 12.22 ve 19-20. deneyler arasında 12.78 puanlarında sabit kalındığı görülmektedir. Argümanların kalitesi açısından incelendiğinde birinci dönemde 1. deney ve 10. deney arasında 8.33'lük (13.89-5.56) bir fark varken, ikinci dönemde 11. ve 20. deney arasında 3.33'lük (13.89-10.56) bir fark bulunmaktadır. Çoklu gösterimlerin kalitesi açısından incelendiğinde birinci dönemde 1. deney ve 10. deney arasında 6.66'lık (12.22-5.56) bir fark varken, ikinci dönemde 11. ve 20. deney arasında 1.11'lik (12.78-11.67) bir fark bulunmaktadır. Buradan yola çıkarak, FBÖA'ların bütüncül argümanları ve çoklu gösterimleri arasında paralel bir ilişki olduğu söylenebilir.

***İddia 3b: FBÖA'ların raporlarında yazmış oldukları argümanlar ve çoklu gösterimler iç içe geçmiştir.***

İddia 3b, üçüncü araştırma sorusuna cevap olarak verilmiştir. Bu bağlamda, üçüncü araştırma sorusu olarak "FBÖA'ların raporlarındaki bütüncül argümanların gelişimi ve çoklu gösterimlerin gelişimi arasında herhangi bir ilişki var mıdır?" sorusu sorulmuştur. Bu soruya cevap bulabilmek için FBÖA'ların 20 ATBÖ raporu argümanların ve gösterimlerin kalitesi açısından incelenmiştir. Bunun için Tablo 3.3 ve 3.5'te bulunan kriterler kullanılmıştır. Bu soruya cevap verilirken 1. ve 2. soruların cevapları da dikkate alınmıştır. Ayrıca, çoklu gösterimlerin ATBÖ'nün basamaklarına göre dağılmış hali Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Grafik 4.3 incelendiğinde, argümanların ve gösterimlerin kalitesine bakıldığında, bunların altı noktada birleştiği görülmektedir. Birleştiği noktalar, 1. 6. 13. 14. 15. ve 18. deneylerdir. FBÖA'lar bu noktalarda sırasıyla, 5.56, 11.11, 12.78, 12.78, 12.78 ve 12.22 puan almıştır. Bu bağlamda, argümanlar ve çoklu gösterimler iç içe geçmiştir. Ayrıca, Tablo 4.1 incelendiğinde, bu iddianın desteklendiği görülmektedir. Çünkü üçlü gösterimlerin en fazla kanıt ve yansıtma kısımlarında yapıldığı görülmektedir. Bu

bağlamda üçlü gösterimler, kanıt kısmında % 39.47 yansıtma kısmında % 48.37 oranlarında yer almıştır. Ayrıca, dördü gösterimler incelendiğinde bunların en fazla kanıt kısmında yapıldığı ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, dördü gösterimler kanıt kısmında % 50.94 oranında yer almıştır. Kanıt ve yansıtma kısımları, FBÖA'ların iddialarını kanıtladıkları, iddialarını desteklemek ya da çürütmek için kaynaklar ve gerekçeler kullandıkları kısımlardır. Ayrıca bu bulgu, çoklu gösterimlerin ve argümanların iç içe geçtiğini desteklemektedir. Çünkü FBÖA'ların argümanlarını oluşturdukları ve en fazla bağlantılı gösterimlerin yer aldığı kısımlar kanıt ve yansıtma kısımlarıdır. Burada ifade edilen bağlantılı gösterimler üçlü ve dördü gösterimlerdir.

**Tablo 4.1.** Çoklu Gösterim Türlerinin ATBÖ'nün Basamaklarına Göre Dağılımı

ATBÖ Basamakları (N=3009)	Tekli Gösterim (N=792) % 26.32	İkili Gösterim (N=1565) % 52.01	Üçlü Gösterim (N=599) % 19.91	Dördü Gösterim (N=53) % 1.76
<b>Yöntem</b> (N=347) % 11.53	106 % 13.38	230 % 14.70	11 % 0.29	0 % 0
<b>Gözlem</b> (N=1010) % 33.57	157 % 19.82	655 % 41.85	183 % 11.87	15 % 28.30
<b>Kanıt</b> (N=605) % 20.10	105 % 13.26	254 % 16.23	219 % 39.47	27 % 50.94
<b>Yansıtma</b> (N=1047) % 34.80	424 % 53.54	426 % 27.22	186 % 48.37	11 % 20.76

#### 4.4 Çalışmanın Dördüncü Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın dördüncü araştırma sorusuna cevap bulabilmek için üç iddia ortaya atılmıştır. Bu iddialar aşağıda açıklanmıştır.

**İddia 4a:** *FBÖA'ların çoklu gösterimlerinde makroskobik ve sembolik seviye önemli bir yer tutmaktadır.*

İddia 4a dördüncü araştırma sorusuna cevap olarak verilmiştir. Bu bağlamda, dördüncü araştırma sorusu olarak “FBÖA'lar yazılı argümanlarında çoklu gösterimleri birbirlerine nasıl bağlantılamaktadırlar?” sorulmuştur. Bu soruya cevap bulabilmek

için FBÖA'ların 20 ATBÖ raporundaki çoklu gösterimleri incelenmiştir. Bunun için Tablo 3.5'de belirtilen kriterler kullanılmıştır.

FBÖA'ların tüm ATBÖ raporlarındaki çoklu gösterimler incelendiğinde, Tablo 4.2'de görüldüğü gibi, FBÖA'ların makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel seviyedeki gösterimler arasında en fazla makroskobik ve sembolik seviyeleri kullandıkları görülmektedir. Tablo 4.2 incelendiğinde, tekli gösterimler arasında, FBÖA'ların makroskobik seviyeyi % 64.39 ve sembolik seviyeyi % 31.69 oranında kullandıkları tespit edilmiştir. İkili gösterimler incelendiğinde, gösterimlerin büyük bir çoğunluğunun makroskobik-sembolik seviyedeki ikili gösterimlerden oluşturduğu görülmektedir. Bu bağlamda, makroskobik-sembolik seviye % 76.48 oranda yer almıştır. Aynı şekilde üçlü gösterimlere bakıldığında FBÖA'ların makroskobik-mikroskobik-sembolik seviyedeki ve makroskobik-sembolik-cebirsel seviyedeki gösterimleri bağlantılı olarak kullandıkları anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, makroskobik-mikroskobik-sembolik seviye % 56.76 oranında ve makroskobik-sembolik-cebirsel seviye % 43.24 oranında kullanılmıştır. Aynı şekilde dörtlü gösterimlere bakıldığında FBÖA'ların makroskobik-mikroskobik-sembolik-cebirsel seviyedeki gösterimleri bağlantılı olarak kullandıkları anlaşılmaktadır. Elde edilen bulgulardan yola çıkarak, makroskobik ve sembolik seviyelerin bu gösterimler arasında referans noktası olarak görülebileceği ve bu seviyelerin mikroskobik ve cebirsel gösterimleri bağlantılı olarak kullanmada önemli olduğu söylenebilir.

**Tablo 4.2.** Çoklu Gösterim Türlerinin ATBÖ'nün Basamaklarına Göre Ayrıntılı Dağılımı

ATBÖ Basamakları (N=3009)	Tekli Gösterim (N=792) % 26.32				İkili Gösterim (N=1565) % 52.01					Üçlü Gösterim (N=599) % 19.91		Dörtlü Gösterim (N=53) % 1.76
	MAS (N=510) % 64.39	MIS (N=20) % 2.53	SES (N=251) % 31.69	CEB (N=11) % 1.39	MAS- MİS (N=163) % 10.42	MAS- SES (N=1197) % 76.48	MAS- CEB (N=12) % 0.77	MİS- SES (N=38) % 2.43	SES- CEB (N=155) % 9.90	MAS-MİS- SES (N=340) % 56.76	MAS-SES- CEB (N=259) % 43.24	MAS-MİS- SES-CEB (N=53) % 100
<b>Yöntem</b> (N=347) % 11.53	57 % 11.18	0 %0	49 % 19.52	0 %0	2 % 1.23	226 % 18.88	0 %0	0 %0	2 % 1.29	1 % 0.29	10 % 3.86	0 %0
<b>Gözlem</b> (N=1010) % 33.57	47 % 9.21	0 %0	104 % 41.44	6 % 54.55	1 % 0.61	508 % 42.44	1 % 8.33	13 % 34.21	132 % 85.16	40 % 11.76	143 % 55.21	15 % 28.30
<b>Kant</b> (N=605) % 20.10	92 % 18.04	0 %0	11 % 4.38	2 %18.18	13 % 7.98	209 % 17.46	10 % 83.34	8 % 21.05	14 % 9.03	135 % 39.71	84 % 32.43	27 % 50.94
<b>Yansıtma</b> (N=1047) % 34.80	314 % 61.57	20 % 100	87 % 34.66	3 %27.27	147 % 90.18	254 % 21.22	1 % 8.33	17 % 44.74	7 % 4.52	164 % 48.24	22 % 8.50	11 % 20.76



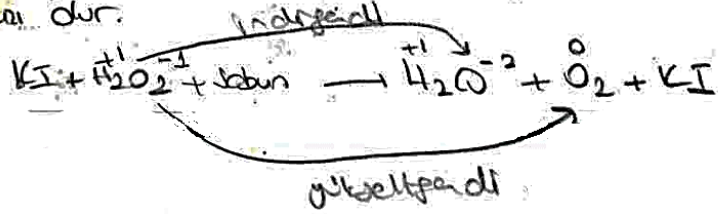
***İddia 4.b:*** *FBÖA'lar sembolik seviye aracılığı ile makroskobik, mikroskobik ve cebirsel gösterimleri birbirine bağlantılamaktadır.*

İddia 4b dördüncü araştırma sorusuna cevap olarak verilmiştir. Bu bağlamda FBÖA'ların yazılı argümanları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Sembolik seviyenin diğer çoklu gösterimlerle nasıl bağlantılı bir şekilde kullanıldığı incelendiğinde, FBÖA'ların, sembolik seviyede kullanmış oldukları formülleri, kimyasal denklemleri, moleküler düzeydeki şekilleri; makroskobik seviyede yer alan gaz çıkışı, renk değişimi, çökelek oluşması vs. ile birleştirdikleri görülmektedir. Yine aynı şekilde sembolik seviyede kullanılan formüllerin cebirsel seviye ile birleştiği görülmektedir. FBÖA'lar mikroskobik seviyede kullanılan atomları, iyonları, molekülleri ve bağların nasıl oluştuğunu ya da kırıldığını açıklamak için sembolik seviyeyi kullanmıştır.

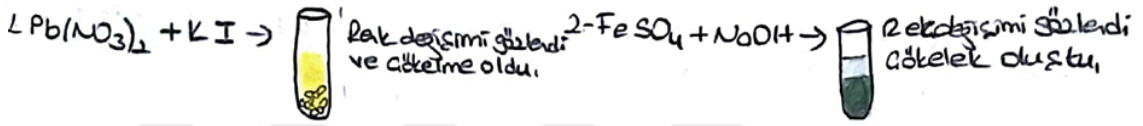
ATBÖ raporları incelendiğinde, FBÖA'ların çoğunlukla gözlemlenebilir olan olayları bir şekil, kimyasal bir eşitlik ya da bir formül ile açıkladığı görülmektedir. Örneğin Şekil 4.21'de Ö7 kodlu FBÖA'nın 7. deneyi olan yükseltgenme-indirgenme deneyi incelendiğinde, FBÖA'nın öncelikle deneyin çizimini yaptığı görülmektedir. Sonrasında ise deneyde oluşan köpüklerden ve gaz çıkışından bahsettiği anlaşılmaktadır. Burada FBÖA'nın yaptığı çizim ve kullanılan maddelerin isimlerini formülleriyle ( $H_2O_2$  ve KI) göstermesi ve bu olayın denklemini yazması ( $KI + H_2^{+1}O_2^{-1} + \text{sabun} \rightarrow H_2^{+1}O^{-2} + O_2^0 + KI$ ) sembolik seviyede, yaptığı açıklamaların ise makroskobik (oluşan köpükler ve gaz çıkışı) seviyede olduğu görülmektedir. Diğer bir örnek olarak Şekil 4.22'de Ö3 kodlu FBÖA'nın 8. deneyi olan çözünme ve çökeltme deneyi incelendiğinde, FBÖA'nın öncelikle kullandığı maddelerin isimlerini formülleriyle ( $Pb(NO_3)_2 + KI$  ve  $FeSO_4 + NaOH$ ) ifade ederek şekil çizmesi sembolik seviyede gösterim kullandığını göstermektedir. Sonrasında çizdiği şekillerde çökelek oluşumu ve renk değişimini açıklaması makroskobik seviyede gösterim kullandığını göstermektedir. Böylelikle Ö7 ve Ö3 kodlu FBÖA'ların sembolik seviyedeki olayları makroskobik seviyeye bağlantıladıkları (SES-MAS) anlaşılmaktadır.



H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile sobano kontrollden sonra KI ekleriz. KI ekledikten sonra köpükler olur. Maddede gaz çıkar olur.



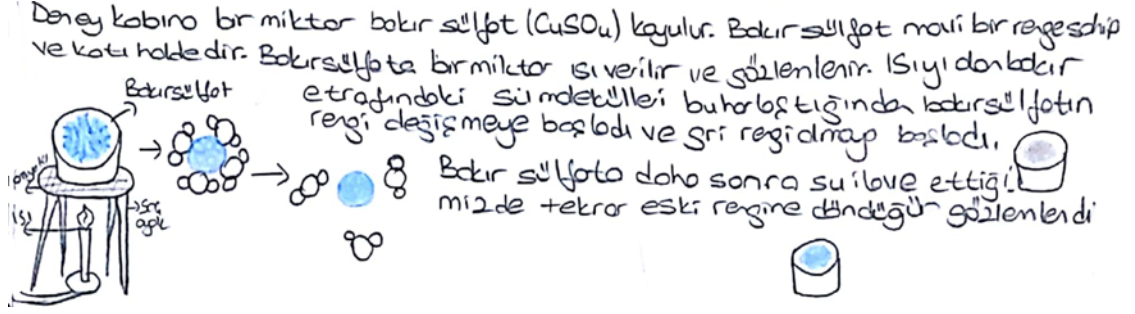
Şekil 4.21. Ö7 Kodlu FBÖA'nın 7. Deneyi - Yükseltgenme-İndirgenme Deneyi



Şekil 4.22. Ö3 Kodlu FBÖA'nın 8. Deneyi - Çözünme-Çökeltme Deneyi

FBÖA'ların sembolik seviyedeki olayları makroskobik ve mikroskobik seviyedeki olaylara nasıl bağlantıladıkları incelendiğinde, genelde FBÖA'ların sembolik seviyedeki olayları yazıp bunları makroskobik ya da mikroskobik seviyedeki olaylara bağlantıladıkları görülmektedir.

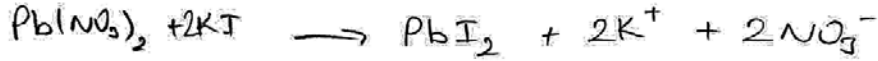
Öncelikle FBÖA'ların sembolik seviyedeki olayları makroskobik ve mikroskobik seviyedeki olaylara nasıl bağlantıladıkları incelendiğinde, FBÖA'ların "şekil, denklem, formül, grafik" kullanarak sembolik seviyede açıklama yaptıkları anlaşılmaktadır. Sonrasında bu olayın makroskobik boyutta nasıl meydana geldiğini sonrasında ise makroskobik boyuttaki bu olayın mikroskobik seviyede nasıl gerçekleştiğini açıkladığı görülmektedir. Örneğin Şekil 4.23'te Ö3 kodlu FBÖA'nın 3. deneyi olan fiziksel ve kimyasal değişimler deneyi incelendiğinde, FBÖA'nın deneyin şeklini, mikroskobik boyutta gerçekleşen olayların şeklini çizmesi ve maddenin formülünü yazması sembolik seviyedeki olaylardır. Ö3 kodlu FBÖA'nın bakır sülfat (CuSO<sub>4</sub>) maddesine ısı verildiğinde mavi renkten gri renge dönüşmesi ve maddeye su eklendiğinde tekrar mavi renge dönüşmesi makroskobik seviyedeki olaylardır. FBÖA'nın bakır sülfat (CuSO<sub>4</sub>) maddesi etrafındaki su moleküllerinden bahsetmesi mikroskobik seviyedeki olaydır.



**Şekil 4.23.** Ö3 Kodlu FBÖA'nın 3. Deneyi - Kimyasal ve Fiziksel Değişmeler

Örneğin Şekil 4.24'te Ö9 kodlu FBÖA'nın 11. deneyi olan kimyasal tepkimeler deneyi incelendiğinde, FBÖA'nın maddelerin formüllerini kullanarak denklem ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} \rightarrow \text{PbI}_2 + 2\text{K}^+ + 2\text{NO}_3^-$ ) yazması sembolik seviyede gösterim kullandığını göstermektedir. FBÖA'nın  $\text{PbI}_2$  çökeleğinin oluştuğunu belirtmesi makroskobik seviyedeki olaydır. FBÖA'nın deneyde kullanılan maddelerin ( $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{I}^-$ ) iyon hallerini yazarak suda çözünüp çözünmediğini belirtmesi mikroskobik seviyedeki olaydır.

2. deneye bakışığımızda tepkime denkleminde çökelek oluştuğunu söyledik. Sebabi ise;



$\text{Pb}^{+2}$   $\text{NO}_3^-$   $\rightarrow$  İyon hallerine bakışımızda 1A grubu yani  $\text{K}^+$  iyonu suda çözülebilen bir iyon,  $\text{NO}_3^-$  bileşikinde suda çözülebilen bir bileşiktir.  $\text{Pb}$ 'nin suda çözünme özelliği yoktur.  $\text{I}^-$  iyon suda çözünme özelliği vardır fakat  $\text{Pb}$  iyonunun suda çözünme özelliği daha önce geldiğinden  $\text{PbI}_2$  çökeleği oluşmuştur.

**Şekil 4.24.** Ö9 Kodlu FBÖA'nın 11. Deneyi - Kimyasal Tepkimeler

FBÖA'nın sembolik seviyedeki olayları makroskobik ve cebirsel seviyedeki olaylara nasıl bağlantıladıkları incelendiğinde, FBÖA'ların formül yazarak sembolik seviyeyi kullandıkları, sonrasında sembolik seviyedeki bu formüllerin sayısal işlemlerini yaparak cebirsel seviyeyi kullandıkları anlaşılmaktadır. Bu olaylar esnasında meydana gelen renk değişimi, gaz çıkışı, çökelek oluşumu gibi durumları makroskobik seviyede ifade ettikleri

görülmektedir. Örneğin Şekil 4.25'te Ö1 kodlu FBÖA'nın 17. deneyi olan çözünürlük dengesi deneyi incelendiğinde, Ö1 kodlu FBÖA'nın çözünürlük dengesinin formülünü yazması ( $Q_{çç}=[Pb^{+2}]x[I^{-}]^2$ ) sembolik seviyede gösterim yaptığını göstermektedir. Sonrasında sembolik seviyedeki bu formülden yola çıkarak hesaplama yapması ( $Q_{çç}=0.001/(114x10^{-3})x(0.2x14x10^{-3})^2/(114x10^{-3})^2$ ) cebirsel seviyede gösterim kullandığını göstermektedir. Sonrasında ise FBÖA'nın çözeltinin sarı renkli bir çökeleğin meydana geldiğini belirtmesi makroskobik seviyede gösterim kullandığını göstermektedir. Böylelikle FBÖA'ların sembolik seviyedeki olayları öncelikle cebirsel seviyeye sonrasında ise makroskobik seviyeye bağlantıladıkları (SES-CEB-MAS) anlaşılmaktadır.

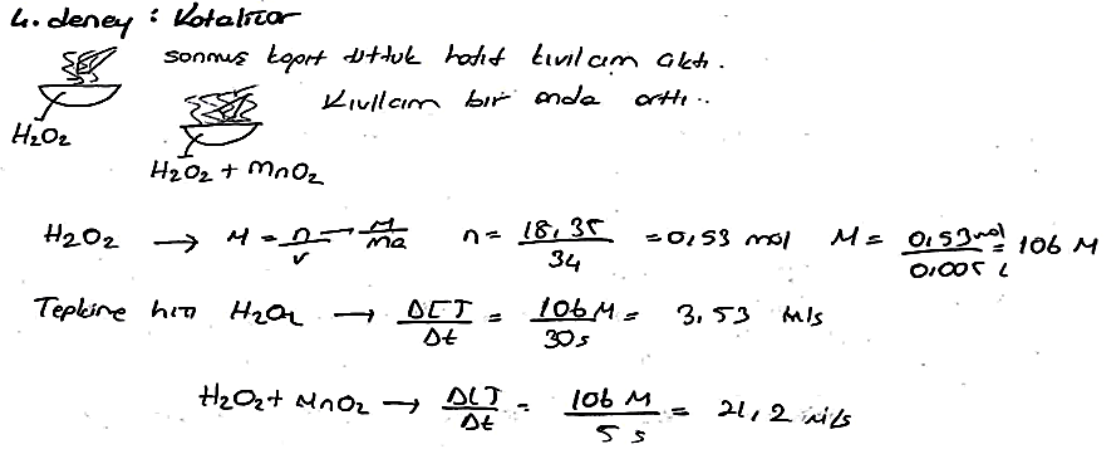
$$Q_{çç} = [Pb^{+2}] \cdot [I^{-}]^2 = \left[ \frac{n}{T.Hocim} \right] \cdot \left[ \frac{n \cdot V}{T.Hocim} \right]^2$$
 şeklinde hesaplıyoruz. Burada  $Pb(NO_3)_2$  + saf su 100 mL'lik çözelti üzerine 14 mL KI + saf su çözeltisi eklentice toplam hacimleri 114 mL olarak bulundu. Buradan verileri yerine koyduğumuz zaman  $Q_{çç} = \left[ \frac{0,001}{114 \cdot 10^{-3}} \right] \cdot \left[ \frac{0,2 \cdot 14 \cdot 10^{-3}}{114 \cdot 10^{-3}} \right]^2 = 3,2 \cdot 10^{-5}$  olarak bulundu.  $K_{çç}$  değerimiz  $7,1 \cdot 10^{-9}$ 'du.  $Q_{çç}$  değerimiz ise  $3,2 \cdot 10^{-5}$  olarak bulundu. Bu durumda  $Q_{çç} > K_{çç}$  şeklinde ifade ediyoruz. Deney sırasında da çözeltinin sarı renk olarak  çıktığını gözlemledik.

○ halde şöfe diyebiliriz.  $Q_{çç} > K_{çç}$  ise çökme meydana gelir.

**Şekil 4.25.** Ö1 Kodlu FBÖA'nın 17. Deneyi - Çözünürlük Dengesi

Başka bir örnekte Şekil 4.26'da Ö8 kodlu FBÖA'nın 13. deneyi olan tepkime hızlarına etki eden faktörler incelendiğinde, FBÖA'nın deneyin şeklini çizmesi, deneyde kullandığı maddelerin formüllerini ( $H_2O_2$ ,  $MnO_2$ ) yazması ve yapmış olduğu hesaplamaların formülünü ( $M=n/V$ ) yazması sembolik seviyede gösterim kullandığını göstermektedir. Sonrasında sembolik seviyedeki  $M=n/V$  formülden yola çıkarak hesaplama yapması ( $M=0.53/0.005=106M$ ) cebirsel seviyede gösterim kullandığını göstermektedir. Sonrasında ise FBÖA'nın katalizör kullanarak yaptığı deneyde kıvılcım miktarının, katalizör kullanmadan yaptığı deneydeki kıvılcım miktarına göre fazla olduğunu belirtmesi makroskobik seviyede gösterim kullandığını göstermektedir. Böylelikle

FBÖA'ların sembolik seviyedeki olayları öncelikle cebirsel seviyeye sonrasında ise makroskobik seviyeye bağladıkları (SES-CEB-MAS) anlaşılmaktadır.



**Şekil 4.26.** Ö8 Kodlu FBÖA'nın 13. Deneyi - Tepkime Hızına Etki Eden Faktörler

Sembolik seviyedeki olayları makroskobik, mikroskobik ve cebirsel seviyedeki olaylara nasıl bağlantıladıkları incelendiğinde, FBÖA'ların sembolik seviyedeki (şekil formül grafik, denklem) olayları, makroskobik (renk değişimi, gaz çıkışı, çökelek oluşumu), mikroskobik (atomlar, elektronlar, iyonlar, molekül yapısı, kimyasal bağlar) ya da cebirsel seviyedeki (hesaplamalar) olaylara bağlantıladıkları anlaşılmaktadır. Örneğin Şekil 4.27'de Ö7 kodlu FBÖA'nın 13. deneyi olan tepkime hızlarına etki eden faktörler incelendiğinde, FBÖA'nın "temas yüzeyi arttıkça tepkime hızı artar" iddiasını kanıtlayabilmek için moleküler çarpışma teorisini kullanarak yaptığı açıklamalar mikroskobik seviyededir. Ö7 kodlu FBÖA deney esnasında hem toz tebeşire hem de silindirik tebeşire asit (HCl) eklendiğinde kabarcıkların oluştuğunu ifade etmesi olayı makroskobik seviyede açıkladığını göstermektedir. Ö7 kodlu FBÖA ayrıca bu olayı gösteren şekil çizmiştir. Bu da sembolik seviyede gösterim kullandığını göstermektedir. FBÖA temas yüzeyi arttıkça tepkime hızının arttığını göstermek amacıyla toz tebeşir ve silindirik tebeşirle ilgili tepkime gerçekleşme sürelerini de dikkate alarak tepkime hızı formülünü (Tepkime Hızı =  $\Delta M/\Delta t$ ) yazmış ve bununla ilgili hesaplama ( $2M/0.005s=6.25 \times 10^{-3}m/s$ ) yapmıştır. Burada FBÖA'nın yazdığı formüller sembolik seviyede olup, yaptığı hesaplamalar cebirsel seviyededir. Böylelikle Ö7 kodlu FBÖA

sembolik seviyedeki olayları makroskobik, mikroskobik ve cebirsel seviyedeki olaylarla bağlantılı bir şekilde (MAS-MİS-SES-CEB) yazmıştır.

İçerilerde " Kimyasal bir tepkimede "kennal" yığılması arttıkça tepkime hızında artış olur. "de-nizim" çinkü, lotu madde küçüldüğünde (toz halinde) "kennal" yığılması artar, bunun sonucu birim zamanlarda gazınma sayı ortalamadan tepkime hızında artış olur. Örnek olarak aşağıdaki deneyi veririz.

laboratuvar çıkması kolaydır ve süre tutmuş bulabilir ve 32 in sonra laboratuvar bitti yani tepkime bitti.

Şilindrik tebeerr HCl daha yavaş laboratuvar çıktı ve tepkime 220 sn sürdü

Toz tebeerr =  $n = \frac{m}{M} = \frac{145}{100.1} = 1.45 \text{ mol}$

Tepkime hızı =  $\frac{\Delta M}{\Delta t} = \frac{2.8 \text{ M}}{32 \text{ s}} = 8.75 \cdot 10^{-2} \text{ M/s}$

Şilindrik tebeerr =  $n = \frac{m}{M} = \frac{1.04}{100.1} = 0.01 \text{ mol}$   $M = \frac{n}{v} = M = \frac{0.01}{0.005} = 2 \text{ M}$

Tepkime hızı =  $\frac{\Delta M}{\Delta t} = \frac{2 \text{ M}}{9005 \text{ s}} = 6.25 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$

Hesaplamalarda bulduğumuzda toz halindeki tebeerrin tepkime hızı  $8.75 \cdot 10^{-2} \text{ M/s}$  iken şilindrik tebeerrin hızı  $6.25 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$  dir. Yani toz halindeki tebeerrin tepkime hızı daha yüksektir. Bu yüzden verdiğimiz bilgiler ve deneyler, gazların ve verilerin deparde edilmesini deparlarını kontrol etmemiz.

Şekil 4.27. Ö7 Kodlu FBÖA'nın 13. Deneyi - Tepkime Hızlarına Etki Eden Faktörler

Şekil 4.28'de Ö3 kodlu FBÖA'nın 9. deneyi olan kinetik kurama bağlı gaz özellikleri incelendiğinde, FBÖA'nın HCl ve NH<sub>3</sub> kimyasal sembollerini yazması ve cam boru içerisinde oluşan tepkimeyi şekil çizerek denklem (NH<sub>3</sub>+HCl→NH<sub>4</sub>Cl) ile ifade etmesi sembolik; bu maddelerin cam boru içerisindeki hızlarını bulmak için hesaplamalar (NH<sub>3</sub>=0.25m/176s=0.0014m/s) yapması cebirsel; cam boru içerisinde beyaz toz bulutunun oluşumundan bahsetmesi makroskobik; cam boru içerisinde taneciklerin çepere basınç uyguladığını ve gaz moleküllerinin hızlı hareket ettiğinden bahsetmesi mikroskobik seviyede gösterimler kullandığını göstermektedir. Böylelikle Ö3 kodlu FBÖA gazların cam boru içerisindeki hızlarının sıcaklıkla ile doğru orantılı şekilde arttığını göstermek için SES-CEB-MAS-MİS seviyelerini birlikte kullanmıştır. Burada

FBÖA'nın yazdığı denklem ve semboller sembolik, yaptığı hesaplamalar cebirsel, beyaz duman oluşumu makroskobik ve gaz moleküllerinden bahsetmesi mikroskobik seviyededir. Böylelikle Ö3 kodlu FBÖA sembolik seviyede ki olayları makroskobik, mikroskobik ve cebirsel seviyedeki olaylarla bağlantılı (SES-MAS-MİS-CEB) bir şekilde yazmıştır.

→ Sıcaklık ile yayılma hızı doğru orantılıdır.

Gazlara ısı verildiğinde kinetik enerjilerinin arttığını biliyoruz burada deneyde ısı verdiğimizde de ve o bu koşulunda gözlem yaptığımızda, o bu koşulunda 176 saniyede gerçekleşen deney, ısı verildiğinde 103 saniyede gerçekleşti burada bir fark ediyoruz ki daha hızlı gerçekleşmiş ısı verince o bu koşulunda

$NH_3 = \frac{0,25m}{176s} = 0,0014m/s$ ,  $HCl = \frac{0,20m}{176s} = 0,0011m/s$  /  $NH_3 = \frac{0,25m}{103} = 0,0023m/s$   $HCl = \frac{0,20m}{103} = 0,0019m/s$

Hesapladığımızda da görüldüğü gibi o bu koşulunda  $NH_3$  0,0014m/s iken ısı verildiğinde 0,0023m/s olmuş ve hızlanmış. O da sıcaklığında HCl 0,0011m/s iken ısı verildiğinde 0,0019m/s olmuş ve hızlanmış burada gördüğümüz gibi ısı gazların yayılma hızına etki ediyor.

ab koşullarında gaz molekülleri normal hızda yayılıyor.

$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$  tepkimesinde  $NH_4Cl$  maddesi gazı elde ettik beyaz toz bulutu gibi bir görüntü vardı. Burada 176 saniyede gerçekleşiyor deney

→ ısı verildiğinde gaz moleküllerinin kinetik enerjisi arttı ve bunu tepkimenin gerçekleştiği hızlandıralıyorduk 103 saniyede gerçekleşti tepkimenin bunun gereği olarak yayıldığı hız arttı ve gaz molekülleri daha hızlı yayıldı.

Aynı ortam ve aynı miktarda maddeler de biri ab koşullarında diğeri ise ısı verildiğinde farklı ve yayılma hızları farklı olduğunu gösteren daha kısa sürede gerçekleşti daha hızlı gerçekleşti tepkime ve koşullarında daha hızlı oldu ve burada diye biliyoruz sıcaklık yayılma hızı ile doğru orantılıdır denir.

**Şekil 4.28.** Ö3 Kodlu FBÖA'nın 9. Deneyi - Kinetik Kurama Bağlı Gaz Özellikleri

**İddia 4c:** FBÖA'lar argümanlarında kullandıkları çoklu gösterimlerde seçici davranmıştır.

Tablo 4.2 FBÖA'ların çoklu gösterimleri ATBÖ'nün hangi kısımlarında kullandıklarını göstermektedir. Tablo 4.2'de görüldüğü gibi FBÖA'lar çoklu gösterimlerin çoğunluğunu gözlem ve yansıtma kısmında yazmış, yöntem ve kanıt kısımlarında daha az oranda gösterim kullanmıştır. Bu bağlamda FBÖA'lar gözlem kısmında gösterimlerin % 33.57'sini ve yansıtma kısmında gösterimlerin % 34.80'ini kullanırken, yöntem ve kanıt kısımlarında sırasıyla gösterimlerin yüzde % 11.53'ünü ve % 20.10'unu kullanmıştır. FBÖA'ların, yansıtma kısmında en az üç kaynaktan konuyla ilgili bilgi toplayıp sınıf

içerisinde yaptıkları iddia ve kanıtları desteklemeleri ya da çürütmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, yansıtma kısmında FBÖA'ların çoklu gösterimleri kullanma oranlarının fazla olması, onların okudukları kaynaktaki bilgileri seçerek argümanlarında kullandıkları şekilde yorumlanabilir. Ayrıca kanıt kısmında, gözlem kısmında kullandıkları gösterimlerin hepsini kullanmadığı; buradan yola çıkarak, kanıt ve yansıtma kısımlarında kullandıkları çoklu gösterimleri seçtikleri söylenebilir.

Tablo 4.2 incelendiğinde, FBÖA'ların kullandıkları gösterimlerde seçici davrandıkları, gösterimsel seviyede de anlaşılmaktadır. FBÖA'ların sembolik seviyedeki tekli gösterimleri, makroskobik-sembolik seviyedeki ikili gösterimleri, sembolik-cebirselle seviyedeki ikili gösterimleri, makroskobik-sembolik-cebirselle seviyedeki üçlü gösterimleri en fazla gözlem kısmında kullandığı görülmektedir. Bu bağlamda, gözlem kısmında sembolik seviyenin % 41.44; makroskobik-sembolik seviyenin % 42.44; sembolik-cebirselle seviyenin % 85.16 ve makroskobik-sembolik-cebirselle seviyenin % 55.21 oranlarında olduğu görülmektedir. Kanıt kısmında sembolik seviyenin % 4.38; makroskobik-sembolik seviyenin % 17.46; sembolik-cebirselle seviyenin % 9.03 ve makroskobik-sembolik-cebirselle seviyenin % 32.43 oranlarında olduğu görülmektedir. Yansıtma kısmında sembolik seviyenin % 34.66; makroskobik-sembolik seviyenin % 21.22; sembolik-cebirselle seviyenin % 4.52 ve makroskobik-sembolik-cebirselle seviyenin % 8.50 oranlarında olduğu görülmektedir. Tablo 4.1'de görüldüğü gibi üçlü ve dördü gösterimlerin gözlem kısmında kullanılma oranı sırasıyla, % 11.87 ve % 28.30 iken, kanıt ve yansıtma kısımlarında bu oran üçlü gösterimler için sırasıyla % 39.47 ve % 48.37, dördü gösterimler için sırasıyla % 50.94 ve % 20.76'dır. Buradan yola çıkarak, FBÖA'ların, gözlem aşamasındaki çoklu gösterimleri seçerek kanıt ve yansıtma da daha bağlantılı bir şekilde kullandıkları söylenebilir.

#### **4.5 Çalışmanın Beşinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular**

Çalışmanın beşinci araştırma sorusuna cevap verebilmek için bir iddia ortaya atılmıştır. İddia aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır.

***İddia 5:** FBÖA'lar modsal betimlemeler olarak en fazla formül ve şekil kullanmıştır.*



İddia 5, beşinci soruya cevap olarak oluşturulmuştur. Bu bağlamda beşinci araştırma sorusu olarak “FBÖA’lar yazılı argümanlarında ne tür modsal betimlemeler kullanmaktadır?” sorulmuştur. Bu soruya cevap bulabilmek için FBÖA’ların 20 ATBÖ raporundaki modsal betimlemeler incelenmiştir. Bunun için Tablo 3.6’da belirtilen kriterler kullanılmıştır.

**Tablo 4.3.** ATBÖ’nün Basamaklarına Göre Modsal Betimlemelerin Kullanımı

ATBÖ Basamakları	Metin	Matematiksel	Grafik	Şekil	Tablo	Formül
(N=11523)	(N=718) % 6.23	(N=1536) % 13.33	(N=151) % 1.31	(N=3554) % 30.84	(N=106) % 0.92	(N=5458) % 47.37
<b>YÖNTEM</b> (N=1335) % 11.58	180 % 25.07	54 % 3.52	0 %0	413 % 11.62	0 %0	688 % 12.61
<b>GÖZLEM</b> (N=5733) % 49.75	178 % 24.79	1123 % 73.11	71 % 47.02	2393 % 67.33	69 % 65.09	1899 % 34.79
<b>KANIT</b> (N=2606) % 22.62	180 % 25.07	290 % 18.88	40 % 26.49	558 % 15.70	11 % 10.38	1527 % 27.98
<b>YANSITMA</b> (N=1849) % 16.05	180 % 25.07	69 % 4.49	40 % 26.49	190 % 5.35	26 % 24.53	1344 % 24.62

Tablo 4.3’de FBÖA’ların modsal betimlemeleri hangi türde kullandıklarını göstermektedir. FBÖA’ların kullandıkları modsal betimlemeler, “metin, matematiksel, grafik, şekil, tablo ve formül” olarak incelenmiştir. Tablo 4.3’de görüldüğü gibi FBÖA’lar modsal betimlemelerin çoğunluğunu formül ve şekil türlerinde yazmış, diğer türlerde daha az oranda modsal betimleme kullanmıştır. Bu bağlamda FBÖA’lar formül türünü % 47.37 oranında, şekil türünü % 30.84 oranında, matematiksel türünü % 13.33 oranında, metin türünü % 6.23 oranında, grafik türünü % 1.31 oranında ve tablo türünü % 0.92 oranında kullanmıştır. Buradan yola çıkarak, FBÖA’ların modsal betimleme türleri içerisinde en fazla formül ve şekil türlerini kullandıkları söylenebilir.

Modsal betimlemelerde kullanılan formül; hesaplama için kullanılan formülleri, denklemleri ve maddelerin kimyasal formüllerini içermektedir. 20 ATBÖ raporu kullanılan formüller açısından incelendiğinde FBÖA'ların "yoğunluk ve hacim, molarite (M), mol sayısı, çözünürlük dengesi (Qçç), ideal gaz denklemi, yüzde derişim, hız vs." formüllerini kullandıkları görülmektedir. FBÖA'lar denklem olarak, tepkimeye giren maddelerin kimyasal denklemlerini yazmıştır. Örnek verilecek olursa, asit ve baz tepkimeye girdiğinde oluşan tuz ve H<sub>2</sub>O ya da çözünme çökeltme tepkimesinde tepkimeye giren Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ve KI için tepkime sonucunda oluşan ürün kimyasal denklem (P(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+2KI→2KNO<sub>3</sub>+PbI<sub>2(k)</sub>) kullanılarak gösterilmiştir. Bununla ilgili örneklere Şekil 3.15'ten bakılabilir. Bu deneylerde kullanılan maddeler, kimyasal formüller kullanılarak gösterilmiştir. Şekiller incelendiğinde, FBÖA'ların genellikle yaptıkları deneylerdeki "deney tüpü, beher, cam tüp, büret, mezür vb" araç gereçlerini çizdikleri görülmektedir. Bununla ilgili örneklere Şekil 4.21, 4.22, 4.23, 4.27 ve 4.28'den bakılabilir. Matematiksel hesaplamalar incelendiğinde FBÖA'ların "çarpma, bölme, çıkarma, toplama" gibi cebirsel işlemleri yaptığı anlaşılmaktadır. Bununla ilgili örneklere Şekil 4.19, 4.20, 4.25 ve 4.26'dan bakılabilir. FBÖA'lar metin türündeki betimlemeleri 20 ATBÖ raporunda da göstermiştir. Şekil 4.19 incelendiğinde derişimin zamana bağlı azalışı grafik olarak gösterilmiştir. FBÖA Şekil 4.11'de görüldüğü gibi gözlemler tablo ile sunulmuştur.

#### **4.6 Çalışmanın Altıncı Araştırma Sorusundan Elde Edilen Bulgular**

Çalışmanın altıncı araştırma sorusuna cevap verebilmek için bir iddia ortaya atılmıştır. İddia aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır.

***İddia 6:** FBÖA'lar argümanlarında kullandıkları modsal betimlemelerde seçici davranmışlardır.*

İddia 6, altıncı soruya cevap olarak oluşturulmuştur. Altıncı araştırma sorusu olarak "FBÖA'lar modsal betimlemeleri argümanın hangi kısımlarında kullanmaktadır?" sorulmuştur. Bu soruya cevap bulabilmek için FBÖA'ların 20 ATBÖ raporundaki modsal betimlemeler incelenmiştir. Bunun için Tablo 3.6'da belirtilen kriterler kullanılmıştır.

Tablo 4.3’de görüldüğü gibi FBÖA’lar, modsal betimlemelerin çoğunluğunu gözlem kısmında yazmış, kanıt ve yansıtma kısımlarında daha az oranda betimleme kullanmıştır. Bu bağlamda, gözlem kısmında modsal betimlemelerin % 49.75’ini kullanırken, kanıt ve yansıtma kısımlarında sırasıyla % 22.62 ve % 16.05’ini kullanmıştır. Tablo 4.3 incelendiğinde; FBÖA’lar metin betimlemelerinin % 24.79’unu gözlem kısmında kullanırken yöntem, kanıt ve yansıtma % 25.07’sini kullanmışlardır. FBÖA’lar matematiksel betimlemelerin % 73.11’ini gözlem, % 18.88’ini kanıt, % 4.49’unu yansıtma ve % 3.52’sini yöntem kısımlarında kullanmıştır. FBÖA’lar grafik betimlemelerinin % 47.02’ini gözlem, % 26.49’unu kanıt ve % 26.49’unu yansıtma kısımlarında kullanmıştır. FBÖA’lar şekil betimlemelerinin % 67.33’ünü gözlem, % 15.70’ini kanıt, % 11.62’sini yöntem ve % 5.35’ini yansıtma kısımlarında kullanmıştır. FBÖA’lar tablo betimlemelerinin % 65.09’unu gözlem, % 10.38’ini kanıt ve % 24.53’ünü yansıtma kısımlarında kullanmıştır. FBÖA’lar formül betimlemelerinin % 34.79’unu gözlem, % 27.98’ini kanıt, % 24.62’sini yansıtma ve % 12.61’ini yöntem kısmında kullanmıştır. Bu bağlamda FBÖA’ların “matematiksel, şekil, tablo, grafik ve formül” modsal betimlemelerini en fazla gözlem kısmında kullandığı ortaya çıkmaktadır. Buradan yola çıkarak, FBÖA’ların kanıt ve yansıtma kısımlarında, gözlem kısmında kullandıkları modsal betimlemelerin hepsini kullanmadığı ve modsal betimlemeleri seçtikleri söylenebilir. Bu iddiadan ortaya çıkan sonuç, iddia 4c’de ortaya sonucu desteklemektedir. İddia 4c’de FBÖA’ların kimyada kullanılan çoklu gösterimleri gözlem kısmında fazla kullanmalarına rağmen, kanıt kısımlarında daha az oranda kullandıkları ortaya çıkmıştır.

## 5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın bu kısmında tartışma, sonuç ve öneriler, araştırma soruları çerçevesinde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

### 5.1. Birinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Çalışmanın birinci araştırma sorusunda, FBÖA'ların argümanlarının gelişimlerinde zamanla bir değişim olup olmadığı araştırılmıştır. Bunun sonucunda, Grafik 4.1'de görüldüğü gibi yazılı argümanlarının kalitesinin zamanla bir artış gösterdiği ortaya çıkmıştır. İlgili alan yazın incelendiğinde, FBÖA'ların yazılı argümanlarının zamanla geliştiği rapor edilmiştir [24, 25]. Bu bağlamda, bulunan bu sonuç ilgili alan yazın ile uyum içindedir. ATBÖ yaklaşımının, çalışılan konuyla ilgili olarak FBÖA'lara bilgilerini kritik ve inşa etmeleri için çok fazla fırsat verdiği belirtilmektedir [5, 25, 56]. Bu öğrenme ortamında, FBÖA'lar argümanı bilgiyi inşa etmek için kullanmaktadır ve bilginin inşası ve argümantasyon birbiriyle iç içedir. Bu bağlamda, FBÖA'ların argümanlarının zamanla artması şaşırtıcı bir sonuç olmayabilir çünkü FBÖA'lar, soru iddia ve kanıtlarını grupça ya da sınıfça tartışırken, bu öğrenme ortamlarında fen kavramlarını farklı durumlarda tartışmakta ve müzakere etmektedir [25].

Hand [92] dört çeşit bilgi temelinden bahsetmektedir. Bunlar; “fennin bilgisi”, “fendeki argümantasyon bilgisi”, “dil bilgisi” ve “öğrenme ortamının bilgisidir”. Öğrencilerin fen dilini öğrenmede başarılı olabilmeleri için argümantasyon, dil ve öğrenme ortamlarının birbirleriyle ilişkilendirmeleri gerektiği ifade edilmektedir. Burada ifade edilen fen bilgisi temeli, öğrencilerin çalışacağı kavramlar olarak ifade edilmekte ve diğer bilgi temellerinin kullanılacağı bir bağlam oluşturduğu söylenmektedir. Diğer bir ifadeyle, öğrencilerin bir argüman oluşturabilmeleri, dili kullanabilmeleri ve bir öğrenme ortamına katılabilmeleri için bir fen kavramına ihtiyaçları vardır. Böylelikle çalışılan kavram, öğrenciler için bağlamı oluşturmaktadır. Bu bağlam içerisinde öğrenciler tehdit içermeyen bir öğrenme ortamında, dili kullanarak argümanlarını sergilemektedir. Argümanlar sergilenirken fikirler kritik ve inşa edilmektedir. Bu şekilde, argümanla ilgili geniş bir dil tecrübesine

katılması sonucunda, öğrenciler fendeki fikirleri anlamakta ve öğrenmektedir. FBÖA'lar bu çalışmada iki dönem boyunca birbirinden farklı konularda toplamda 20 ATBÖ deneyi uygulamıştır. Birinden farklı bağlamlar içerisinde argümanlarının oluşturmalarına fırsat verildikleri için FBÖA'ların fendeki fikirleri anladıkları ve öğrendikleri söylenebilir [92]. Ayrıca, argümanların kalitesi ile ilgili Grafik 4.1 incelendiğinde, FBÖA'ların bazı deneylerde aldıkları puanların değişmediği gözlenmektedir. Bu durum, çalışılan bağlam değişse de FBÖA'ların argümanlarını aynı kalitede oluşturabildiklerini göstermektedir. Böylelikle FBÖA'ların argüman oluşturma konusunda uyarlanabilir bir uzmanlık geliştirdikleri söylenebilir.

ATBÖ öğrenme ortamları incelendiğinde, öğrencilerin laboratuvar öncesi, laboratuvar esnası ve laboratuvar sonrası yazma etkinliklerine katıldıkları görülmektedir [24, 25, 57, 93]. Bu bağlamda öğrenciler laboratuvara gelmeden önce başlangıç sorularını yazmakta ve kavram haritalarını inşa etmektedir. Laboratuvara geldiklerinde grup ve sınıf tartışmalarının ardından sınıf başlangıç sorularını ve bu sorulara cevap bulmalarına yardımcı olacak yöntemleri belirlemektedir. Sonrasında ise gözlemlerini kaydetmekte, verilerinden bir örüntü çıkarmakta, iddia ve kanıtlarını oluşturmaktadır. Laboratuvar sonrasında ise en az üç farklı kaynaktan araştırma yaparak iddia ve kanıtlarını desteklemekte ya da çürütmekte [34] ve son kavram haritalarını oluşturmaktadır [24, 25, 57]. Böylelikle öğrenciler ön bilgileri ile yeni oluşturdukları bilgileri birbiriyle bağlantı kurma fırsatı yakalamış olabilir. ATBÖ öğrenme ortamında öğrenciler, kendi çalışmak istedikleri sorulara cevap bulmaya çalıştıkları ve düşüncelerine değer verildiği için sınıf içerisinde bir güç kazanmış ve yapılan faaliyetlerde aktif bir rol almış olabilir [94].

ATBÖ yaklaşımında soru, iddia ve kanıt argüman bileşenleridir. Bu yaklaşımda kanıt, veriden farklıdır. Bu bağlamda kanıt, veri ve gerekçeden meydana gelmektedir [5, 25, 57]. Cavagnetto [95], bilginin oluşturulabilmesi ve bilimsel bilginin ilerleyebilmesi için öğrencilerin argümantasyon sürecine katılması gerektiğini rapor etmektedir. Bu sürece katıldıklarında öğrencilerin iletişim, kritik düşünme becerisi, zihinsel ve üst bilişsel becerilerinin ve gerekçelendirme yeteneğinin geliştiği ifade edilmektedir [95]. Bilimsel

bilgilerin argümanlar aracılığıyla oluşturulduğu göz önünde bulundurulduğunda [95], ATBÖ öğrenme ortamlarında FBÖA'ların farklı konularda bilgilerini oluştururken argümanlarının zamanla gelişmesi şartıcı olmayabilir.

FBÖA'ların argümanlarının gelişimlerine yardımcı olmak için, farklı bağlamlarda argümanlarının oluşmasına, sınıf ortamında FBÖA'ların güç kazanmasına ve yapılan faaliyetlerde aktif bir rol almasına, öğrencilerin birbirinden farklı yazma etkinliklerine fırsatlar verilmesi önerilmektedir.

## **5.2. İkinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Çalışmanın ikinci araştırma sorusunda, FBÖA'ların yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin gelişimlerinde zamanla bir değişim olup olmadığı araştırılmıştır. Bunun sonucunda, Grafik 4.2'de görüldüğü gibi yazılı argümanlarındaki çoklu gösterimlerin zamanla bir artış gösterdiği ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu durum ilgili alan yazın ile uyum içerisindedir. Yaman [25] yaptığı çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının iki dönem boyunca yazılı argümanlarındaki makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel seviyedeki gösterimlerini incelemiş ve FBÖA'ların gösterimlerinin zamanla geliştiğini rapor etmiştir. ATBÖ yaklaşımında öğrenciler, bilim insanları gibi çalışmaktadır [24, 96]. Bilim insanlarının çoklu gösterimleri metnin içerisinde doğal olarak kullandıkları ifade edilmektedir [97]. Ayrıca, ATBÖ öğrenme ortamının öğrencilerin çoklu gösterimleri kullanmalarını cesaretlendirdiği rapor edilmiştir [25]. Bu bağlamda, argümanların kalitesinin zamanla gelişmesinde olduğu gibi FBÖA'ların makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel gösterimlerinin zamanla gelişimi de şartıcı olmayabilir. Çünkü FBÖA'lar iddia ve kanıtlarını desteklemek ya da çürütmek amacıyla grupça ya da sınıfça müzakere ettiklerinde çoklu gösterimleri kullanmaktadır.

İlgili alan yazında ATBÖ yaklaşımında kavramlar yapılandırılırken sözlü, yazılı ve grafiksel gösterimler kullanıldığı için bu yaklaşımın bir yazma türü olarak sayılabileceği belirtilmiştir [98]. Bu yaklaşımın öğrenme süreci boyunca, öğrencilerden kendi anlamalarını büyük fikirler etrafında tartışmaları, bu tartışmalar esnasında grafik, resim, metin, denklem gibi çoklu gösterimleri kullanmaları beklenmektedir [5]. Bu durum

FBÖA'ların çoklu gösterimlerinin gelişmesinin sebebi olmuş olabilir. Ayrıca, FBÖA'ların çoklu gösterimlerinin zamanla gelişmesi, onların gösterimsel yeteneğini geliştirmiş olabilir. Gösterimsel yetenek, kimyasal olaylar hakkındaki bilgileri düşünmek ya da iletişim kurmak için bireylerin yansıtılmalı olarak gösterimleri kullanmasına izin veren bir dizi beceri olarak tanımlanabilir [59]. ATBÖ yaklaşımında FBÖA'ların gösterimsel yeteneğinin gelişmesinin sebebi, onların gösterimleri yorumlamaları, gerekçelendirmeleri ve gösterimleri iddialarını desteklemek amacıyla kullanmaları olabilir [24].

FBÖA'ların makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel seviyedeki gösterimlerinin ve gösterimsel yeteneklerinin gelişmesi için, çalışılan kimya kavramları ve olaylarıyla ilgili olarak gösterimleri üretmeleri, yansıtılmaları ve iddialarını desteklemek amacıyla kanıt olarak kullanmaları önerilmektedir.

### **5.3. Üçüncü Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Çalışmanın üçüncü araştırma sorusunda, FBÖA'ların yazılı argümanları ve çoklu gösterimleri arasında herhangi bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Sonuç olarak, Grafik 4.3 ve Tablo 4.1 ve 4.2'de görüldüğü gibi FBÖA'ların yazılı argümanları ve çoklu gösterimleri arasında paralel bir ilişki olduğu ve bu ikisinin iç içe geçtiği ortaya çıkmıştır. Bulunan bu sonuç alan yazın ile uyum içerisindedir. Yaman [25, 58] yaptığı çalışmalarda FBÖA'ların argümanlarının kalitesi ve kullanılan makroskobik, mikroskobik, sembolik ve cebirsel gösterimlerin kalitesi arasında direk bir ilişki olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca, üçlü ve dördü gösterimlerin çoğunluğu ATBÖ yaklaşımının kanıt ve yansıtma kısımlarında görüldüğü için FBÖA'ların argümanlarının kalitesinin gelişimi ile gösterimsel yeterliliğinin iç içe olduğu rapor edilmiştir [25, 58]. ATBÖ yaklaşımında, FBÖA'lardan soru, iddia ve kanıtları arasında bağlantı kurmaları, kanıt ve yansıtma kısımlarında uygun Türkçe kullanarak mantıklı açıklamalar yapmaları beklenmektedir. Bu bağlamda, FBÖA'ların bu gösterimleri biriyle bağlantılı ve iç içe kullanmalarının sebebi mantıklı açıklama yaparken kullandıkları dilin farklı gösterimleri bir arada tutan bir tutkal görevi görmesinden kaynaklanmış olabilir [58, 59]. Ayrıca, ATBÖ

yaklaşımındaki yansıtma kısmı, FBÖA'ların çoklu gösterimleri açıklayabilmesine ve birbiriyle ilişkilendirmesine yardımcı olmuş olabilir [68].

Gösterimlerin ve argümanların iç içe kullanılması, FBÖA'ların kimyadaki kavramları anlamalarındaki gelişim ve argüman ve gösterimsel yeterliliğin gelişimini anlama açısından önemli olabilir. Çünkü ilgili alan yazın incelendiğinde ATBÖ yaklaşımında okuma ve yansıtma kısımlarının zihinsel olarak çaba gerektiren bir kısım olduğu [24, 99] ve kanıt kısmının bütüncül argümanların inşası açısından önemli olduğu rapor edilmektedir [25]. ATBÖ öğrenci raporlarındaki kanıt ve okuma-yansıtma kısımlarındaki üçlü ve dörtlü gösterimler FBÖA'ların, iddialarını kanıtlamak için kimyasal formülleri, denklemleri, grafikleri kullanarak mantıksal ifadelerle kavramları açıkladığını ya da yorumladığını göstermektedir. Bu çalışmadan ortaya çıkan sonuçlar, FBÖA'ların gösterimsel yeterliliğe sahip olabilmesi için mantıksal açıklamalar yapmasının, kavramları açıklamaya ya da yorumlamaya çalışmasının, iddialarını kanıtlarla desteklemeye ve kimyasal gösterimleri yorumlamaya çalışmasının önemli olduğunu göstermektedir. İlgili alan yazın, FBÖA'ların iddialarını kanıtlamak isterken kullandıkları çoklu gösterimlerin, onların daha kapsamlı yazılı argüman oluşturmalarına yardımcı olduğunu ve bunun sonucunda daha güçlü bağlantılar kurduklarını ortaya çıkarmıştır [31].

ATBÖ öğrenme ortamlarında argüman, araştırma sorgulamadan ayrı değildir. Okuma, konuşma ve yazma gibi dil öğelerinin kullanımı bu yaklaşımda önemli bir yer tutmaktadır [55]. Bu çalışmadaki FBÖA'ların bütüncül argümanlarının gelişimi incelendiğinde, FBÖA'ların yazma etkinlikleri vasıtasıyla argüman bileşenleri arasında uygun bir ilişki geliştirdiği söylenebilir. Argümantasyon tabanlı araştırma sorgulama ortamlarında öğrencilere öğrenme amaçlı yazma etkinlikleri verildiğinde öğrencilerin mantıklı argümanlar oluşturdukları rapor edilmiştir [24, 25, 31, 99]. ATBÖ yaklaşımındaki yansıtma kısmı öğrencilerin argümanlarının kalitesi açısından önemli olduğu ortaya çıkmıştır [25, 31]. Çünkü bu kısımda farklı kaynaklardan elde ettikleri bilgileri kullanarak öğrencilerden soru iddia ve kanıtları arasında bir bağlantı kurmaları ve yaptıkları okumalar aracılığıyla yansıtma yapmaları beklenmektedir. ATBÖ öğrenme ortamlarında yapılan çalışmalar, öğrencilerin iddia ve kanıtları arasında güçlü bir bağlantı



kurduklarında, iddia ve kanıtlarını desteklemek için çoklu gösterimleri kullandıklarında daha kuvvetli argümanlar oluşturduklarını ortaya çıkarmıştır [24, 25, 31, 59]. Buna ilaveten, öğrencilere yazma ve konuşma fırsatları eş zamanlı verildiğinde ve öğrencilerin argümanlarını kritik ve inşa ederken çoklu gösterimleri kullandıklarında, bu durumun öğrencilerin yüksek zihinsel beceri geliştirmelerine yardımcı olduğu rapor edilmiştir [24, 55].

Bu çalışmada FBÖA'lara çoklu gösterimleri nasıl ve nerede kullanacakları hakkında herhangi bir bilgi verilmemiştir. Buna rağmen, FBÖA'ların argümanlarını oluştururken güçlü bağlantılar kurmaları ve çoklu gösterimleri kullanmaları, grup ve sınıfça müzakere yapmaları ve farklı kaynaklardan elde edilen bilgileri kullanarak yansıtma yapmaları, FBÖA'ların güçlü argüman oluşturmalarına ve çoklu gösterimleri birbirleriyle bağlantılı olarak kullanmalarına yardımcı olmuş olabilir. Buradan yola çıkarak, FBÖA'ların yazılı argümanlarının ve çoklu gösterimlerinin birbiriyle bağlantılı olabilmesi için, FBÖA'ların sınıf ortamında yazma ve konuşma etkinlikleriyle meşgul olması önerilmektedir. Ayrıca, FBÖA'ların çoklu gösterimleri iddialarını kanıtlarken kullanması gerektiği önerilmektedir.

#### **5.4. Dördüncü Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç Ve Öneriler**

Çalışmanın dördüncü araştırma sorusunda, FBÖA'ların yazılı argümanlarında çoklu gösterimleri birbirlerine nasıl bağlantıladıkları araştırılmıştır. Sonuç olarak, Tablo 4.1 ve 4.2'de görüldüğü gibi FBÖA'ların çoklu gösterimlerinde makroskobik ve sembolik seviyelerin önemli bir yer tuttuğu, sembolik seviye aracılığı ile makroskobik, mikroskobik ve cebirsel gösterimleri birbirine bağlantıladıkları ve argümanlarında kullandıkları çoklu gösterimlerde seçici davrandıkları ortaya çıkmıştır. İlgili alan yazın incelendiğinde, öğrencilerin genellikle kimyasal olayları ya da kavramları makroskobik seviyede açıklamaya meyilli oldukları görülmektedir [65, 66,100, 101]. ATBÖ ile yapılan başka çalışmalarda ise olayları açıklarken öğrencilerin sembolik seviyeyi kullandıkları ortaya çıkmıştır [25, 58]. Bu bağlamda, mevcut çalışmadan elde edilen sonuç, FBÖA'ların çoklu gösterimlerinde makroskobik ve sembolik seviyedeki olayların önemli bir yer

tutması ilgili alan yazının birleşimi gibidir. Kimyanın sembolik ve gösterimlere dayalı bir disiplin olduğu [59] ve FBÖA'ların olayları açıklarken makroskobik seviyeyi kullanmaya meyilli oldukları göz önünde bulundurulduğunda ortaya çıkan bu sonuç şaşırtıcı olmayabilir. Kimya eğitiminde bilim insanları ve öğretmenler, kimyasal olayları ve olguları başkalarıyla tartışırken ya da iletişime geçerken sembolik dili kullanmaktadır [59, 69]. ATBÖ yaklaşımı dil olmadan fen olmayacağını ve bütün gösterimsel formlarda dilin kullanımını vurgulayan bir yaklaşımdır [7, 10]. Bu bağlamda, FBÖA'ların ATBÖ öğrenme ortamlarında yer alması onların sembolik dili kullanmasına ve öğrenmesine yardımcı olmuş olabilir. Ayrıca, FBÖA'lar ATBÖ deneylerini uygularken, çözünme çökme, gaz çıkışı, renk değişimi vs gibi makroskobik seviyede birçok olayla karşı karşıya kalmaktadır. Bu bağlamda, ATBÖ öğrenme ortamında FBÖA'lar makroskobik seviyedeki olaylarla yeterli deneyime sahip olmuş olabilir.

Çalışmada FBÖA'ların sembolik seviye aracılığıyla, makroskobik, mikroskobik ve cebirsel seviyeleri birbirine bağlantıladıkları ortaya çıkmıştır. Diğer bir ifadeyle, sembolik seviye diğer seviyeler arasında bir köprü görevi görmüştür. Oraya çıkan bu sonuç alan yazın ile uyum içerisindedir [25, 58, 69, 70]. Bu sonuç, sembolik seviyenin hem makroskobik hem mikroskobik seviyede açıklanabilmesinden kaynaklanmış olabilir. Örneğin, öğrenciler  $Pb(NO_3)_2 (aq) + KI (aq) \rightarrow PbI_2 (k) + KNO_3(aq)$  denklemini yazdıklarında makroskobik seviyede renk değişimini ve çökelmeyi (sarı renkli çökeleği) görmektedir. Bu çökeleği meydana getiren iyonlardan ( $Pb^{+2}$  ve  $I^-$  iyonlarının birleşerek çözünmeyen bir tuzu oluşturmaları) ya da moleküllerden bahsederken mikroskobik seviyede açıklama yapmaktadır. Böylelikle, sembolik seviye maddeler ve parçacıklar arasındaki ilişkiyi gösteren bir orta seviye olarak karşımıza çıkmaktadır [58, 69]. Yapılan bu çalışmada öğrenciler kimyadaki temel kavram ve prensipleri kullanarak denklemleri, grafikleri, çizimleri açıklamaya ve yorumlamaya çalışmıştır. Bu bağlamda FBÖA'lar, bu açıklamaları, yorumlamaları ve hesaplamaları yaparken sembolik seviyeyi makroskobik, mikroskobik ve cebirsel seviyeye bağlantılamış olabilir.

Çalışmada ortaya çıkan diğer bir sonuç, FBÖA'ların kullandıkları gösterimlerde seçici davranmalarıdır. İlgili alan yazın incelendiğinde benzer sonuçların ortaya çıktığı

görülmektedir [25, 58]. Çoklu gösterimler incelendiğinde FBÖA'ların, gözlem ve yansıtma aşamalarında daha fazla gösterim kullanmalarına rağmen kanıt kısımlarında daha az fakat daha bağlantılı gösterim kullandıkları ortaya çıkmıştır. Bu durum FBÖA'ların gözlem kısmında kullandıkları gösterimlerin hepsini kanıt kısmında kullanmadıklarını, iddialarını kanıtlamak için gerekli olan gösterimleri verilerinin aralarından seçtiğini göstermektedir. Ayrıca, FBÖA'ların okuma ve yansıtma kısımlarında iddia ve kanıtlarını desteklemek ya da çürütmek amacıyla farklı kaynaklardan elde ettikleri bilgileri seçerek yansıtma kısmında kullandıkları söylenebilir. Çünkü bu kısımda FBÖA'lardan ilişkili olduğu düşünülen bilgiyi seçmesi, bunları belli bir düzende bir araya getirmesi ve üzerinde çalışılan fikir olgu ya da iddiayı birleştirmek için bağlantılar üretmesi beklenmektedir [5, 25].

Buradan yola çıkarak, FBÖA'ların çoklu gösterimleri birbirleriyle bağlantılı olarak kullanabilmeleri için onlara makroskobik seviyede tecrübe edinmelerini sağlayacak ortamların hazırlanması önerilmektedir. FBÖA'ların sembolik seviyedeki gösterimlerin yazılı ve sözlü olarak açıklanması ve yorumlanması konusunda cesaretlendirilmeleri önerilmektedir. Çoklu gösterimlerin iddia ve kanıtları desteklemek ya da çürütmek amacıyla kullanılması ve FBÖA'ların çoklu gösterimlerin anlamlarını yansıtmaları konusunda cesaretlendirilmesi önerilmektedir.

### **5.5. Beşinci Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Çalışmanın beşinci araştırma sorusunda, FBÖA'ların yazılı argümanlarında ne tür modsal betimlemeler kullandıkları araştırılmıştır. Sonuç olarak, FBÖA'ların yazılı argümanlarında en çok formül ve şekil kullandıkları ortaya çıkmıştır. İlgili alan yazın incelendiğinde bu araştırma sorusuna cevap olacak çalışmaların bulunmadığı gözlenmektedir. Bununla beraber, modsal betimlerin FBÖA'ların kavramsal anlamları ve fen okuryazarlığını artırdığı, fenne karşı olumlu tutumlar geliştirdiği ve bilimsel fikirleri açıklarken farkındalığı artırdığı rapor edilmektedir [74].

Fen yalnızca yazılı dil ile değil, yazılı dilin matematiksel ifadeler, nicel grafikler, bilgi verici tablolar, soyut diyagramlar, haritalar, çizimler, fotoğraflar ve görsel araçlar-

gereçlerle birlikte kullanılmasıyla yapılır. Bu açıdan bakıldığında, yapılan bu çalışmada FBÖA'ların yazılı argümanlarında modsal betimlemeleri kullanması şaşırtıcı olmayabilir. Çünkü FBÖA'lar yazılı argümanlarında bu modsal betimlemeleri kullanarak muhatapları ile iletişime geçmektedir. Çalışmada FBÖA'ların en fazla formül ve şekil kullandıkları ortaya çıkmıştır. Bu durum, ATBÖ etkinliklerinde FBÖA'ların kimyadaki formülleri, denklemleri ve işlemleri yaptığını göstermektedir. Kimya sembolik bir disiplindir. Dolayısıyla, FBÖA'ların kimyadaki formülleri denklemleri kullanmaları kimya dersinin doğası içerisinde beklenen bir durumdur. Bu açıdan bakıldığında, FBÖA'ların ders kapsamında kendilerinden beklenenleri yerine getirdikleri söylenebilir. FBÖA'ların en çok kullandığı diğer modsal betimleme “şekil”dir. FBÖA'lar, gözlem kısmında yaptıkları deneylerdeki kimyasal malzemelerin şekillerini, ya da deneyde meydana gelen olayların şekillerini çizmiştir. Ayrıca, kanıt kısımlarında iddialarını kanıtlamak amacıyla kullandıkları şekilleri açıklamıştır. Dolayısıyla, şekilleri yazılı argümanlarında fazlaca kullanmaları normal karşılanabilir.

Buradan yola çıkarak, FBÖA'ların modsal betimlemeleri kullanmalarını sağlamak için argümantasyona dayalı yazma etkinliklerini kullanmaları önerilmektedir. Çünkü FBÖA'lar bu yazma etkinliklerini kullandıklarını başkalarını ikna etmek amacıyla yazdıkları için bu modsal betimlemeleri doğal olarak yazma etkinliklerinde kullanmaları beklenmektedir. Ayrıca, bu şekilde kullanıldıklarında FBÖA'ların fenedeki kavramları daha iyi anlayacakları ifade edilmektedir.

## **5.6. Altıncı Araştırma Sorusundan Elde Edilen Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Çalışmanın altıncı araştırma sorusunda, FBÖA'ların yazılı argümanlarında modsal betimlemeleri hangi kısımlarda kullandıkları araştırılmıştır. Sonuç olarak, FBÖA'ların modsal betimleri en fazla gözlem kısmında, sonrasında ise kanıt ve yansıtma kısımlarında kullandıkları ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla, FBÖA'ların gözlem kısmında çok fazla modsal betimleme kullanmalarına rağmen, kanıt ve yansıtma kısımlarında daha az kullanmaları, FBÖA'ların modsal betimlemeleri seçerek kullandıklarını göstermektedir.

İlgili alan yazın incelendiğinde, FBÖA'ların modsal betimlemeleri kanıt kısımlarında iddialarını kanıtlamak amacıyla kullandıkları, betimlemeleri en fazla gözlem kısmında kullanmalarına karşın kanıt ve yansıtma kısımlarında daha bağlantılı betimleme kullandıkları belirtilmiştir [25, 58]. Ayrıca, öğrencilerin betimlemeleri seçerek kullandıkları ilgili alan yazında da rapor edilmiştir [24, 31]. Öğrencilerin modsal betimlemeleri gözlem kısmında daha çok kullanmaları etkinliklerin doğası düşünüldüğünde şaşırtıcı olmayabilir. Çünkü FBÖA'lar deneyde kullandıkları araç-gereçlerin şekillerini, sonuca ulaşmak için kullanılacak formülleri ve matematiksel işlemleri, tabloları, grafikleri gözlem kısmında kaydetmektedir. Kanıt kısmında ise FBÖA'lardan kaydettikleri verileri gerekçelerle ve mantıklı cümlelerle iddialarını desteklemek ya da çürütmek amacıyla kullanmaları beklenmektedir. Bu bağlamda, FBÖA'ların kanıt kısmında iddialarını destekleyecek verileri, gözlem kısmından seçtikleri söylenebilir. Dolayısıyla, kanıt kısmındaki modsal betimlemelerin oranının gözlem kısmındaki orana göre az olması doğal karşılanabilir.

ATBÖ yaklaşımında FBÖA'ların özellikle özet yazma etkinliklerinde konuyu öğretmenden farklı bir muhabata yazıyor gibi yazmaları ve modsal betimlemeleri ilgili kaynaklardan seçmeleri, bütünleştirmeleri ve organize etmeleri beklenmektedir [5]. Bu çalışmada FBÖA'lara ATBÖ raporlarını yazarken konuyu hiç bilmeyen birisine yazıyormuş gibi yazmaları istenmiştir. Dolayısıyla, bu bağlamda FBÖA'lar kullandıkları modsal betimlemelerde seçici davranmış olabilirler.

Buradan yola çıkarak, modsal betimlemelerin etkili kullanılabilmesi için FBÖA'ların raporlarını öğretmenden başka bir muhabata yazmaları önerilmektedir. FBÖA'ların, modsal betimlemelerini bir dizi betimleme arasından seçmeleri ve iddialarını kanıtlamaları için kullanmaları önerilmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Fensham, P., Gunstone, R., White, R. (Eds.), *The Content of Science*, London: Falmer Press, 1994.
2. Hofstein, A., Lunetta, V. N., *The Role of The Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research*, *Review of Educational Research*, 52, 201–217, 1982.
3. Acar Sesen, B., Tarhan, L., *Inquiry-based Laboratory Activities in Electrochemistry: High School Students' Achievements and Attitudes*, *Research in Science Education*, 43, 413–435, 2013.
4. Burke, K. A., Greenbowe, T. J., Hand, B. M., *Implementing The Science Writing Heuristic in the Chemistry Laboratory*, *Journal of Chemical Education*, 83(7), 1032, 2006.
5. Hand, B., et al., *Improving Critical Thinking Growth for Disadvantaged Groups Within Elementary School Science: A Randomized Controlled Trial Using The Science Writing Heuristic Approach*, *Science Education*, 102(4), 693-710, 2018.
6. *NGSS Lead States, Next Generation Science Standards: For states, by states*, Washington, DC: The National Academies Press, 2012.
7. Norris, S. P., Phillips, L. M., *How Literacy in its Fundamental Sense is Central To Scientific Literacy*, *Science Education*, 87(2), 224–240, 2003.
8. Jang, J., Hand, B., *Examining the Value of a Scaffolded Critique Framework to Promote Argumentative and Explanatory Writings Within an Argument-Based Inquiry Approach*, *Research in Science Education*, 47 (6), 1213-1231, 2017.
9. Cavagnetto, A. R., Hand, B., *The Importance of Embedding Argument within Science Classrooms*, In M. S. S. Khine (Ed.), *Perspectives on Scientific Argumentation*, pp. 39–53, Dordrecht, the Netherlands: Springer, 2012.
10. Hand, B., et al., *Teacher Orientation as a Critical Factor in Promoting Science Literacy*, *European Science Education Research Association ESERA*, dublin City University, Dublin, Ireland, August 21-25, 2017.
11. Lunetta, V. N., *The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching*, *International Handbook of Science Education*, 1, 249-264, 1998.

12. Tobin, K., Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers To Improve Learning, *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418, 1990.
13. Lazarowitz, R., Tamir, P., Research on Using Laboratory Instruction in Science, In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching*, pp. 94–127, New York: Macmillan, 1994.
14. Nakhleh, M. B., Polles, J., Malina, E., Learning Chemistry in a Laboratory Environment, In *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*, pp. 69-94, Springer, Dordrecht, 2002.
15. Todd, D., Pickering, M., Three Puzzles for Organic Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 65(12), 1100, 1988.
16. Keys, C., et al., Using The Science Writing Heuristic as a Tool For Learning From Laboratory Investigations in Secondary Science, *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 1065–1081, 1999.
17. Günel, M., Kabataş-Memiş, E., Büyükkasap, E., Effects of the Science Writing Heuristic Approach on Primary School Students' Science Achievement and Attitude Toward Science Course, *Education & Science*, 35 (155), 49-62, 2010.
18. Kınır, S., Geban, O., Günel, M., How Does The Science Writing Heuristic Approach Affect Students' Performances of Different Academic Achievement Levels? A Case For High School Chemistry, *Chemistry Education Research and Practice*, 13(4), 428-436, 2012.
19. Kınır, S., Geban, O. Günel, M., Using the Science Writing Heuristic Approach to Enhance Student Understanding in Chemical Change and Mixture, *Research in Science Education*, 43, 1645–1663, 2013.
20. Cronje, R., et al., Using The Science Writing Heuristic to Improve Undergraduate Writing in Biology, *International Journal of Science Education*, 35(16), 2718-2731, 2013.
21. Hand, B., Keys, C. W., Inquiry Investigation. *The Science Teacher*, 66(4), 27, 1999.
22. Greenbowe, T. J., Schroeder, J. D., Implementing POGIL And the Science Writing Heuristic Jointly in Undergraduate Organic Chemistry-Student Perceptions and Performance, *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 149-156, 2008.
23. Poock, J. A., et al., Using the Science Writing Heuristic in The General Chemistry Laboratory to Improve Students' Academic Performance, *Journal of Chemical Education*, 84(8), 1371–1379, 2007.

24. Yaman, F., Effects of The Science Writing Heuristic Approach on the Quality of Prospective Science Teachers' Argumentative Writing and Their Understanding of Scientific Argumentation, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(3), 421-442, 2018.
25. Yaman, F., Pre-Service Science Teachers' Development and Use of Multiple Levels of Representation and Written Arguments in General Chemistry Laboratory Courses. *Research in Science Education*, 1-32, 2018.
26. Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı 3-8. Sınıflar, Ankara: MEB, 2013.
27. Suh, J. K., Examining Teacher Epistemic Orientations Toward Teaching Science (EOTS) and its Relationship to Instructional Practices in Science (Unpublished doctoral dissertation), The University of Iowa, IA, USA, 2016.
28. Hand, B., Norton-Meier, L., Jang, J. (Eds.), *More Voices From the Classroom: International Teachers' Experience with Argument-Based Inquiry*, Rotterdam: Sense Publishers, 2017.
29. Jang, J., Hand, B., Examining the Value of A Scaffolded Critique Framework to Promote Argumentative and Explanatory Writings Within an Argument-Based Inquiry Approach, *Research in Science Education*, 47(6), 1213–1231, 2017.
30. Walton, D., *Argument Evaluation and Evidence*, The Netherlands: Springer, 2016.
31. Choi, A., Hand, B., Greenbowe, T., Students' Written Arguments in General Chemistry Laboratory Investigations, *Research in Science Education*, 43, 1763–1783, 2013.
32. Emig, J., *Writing as a Mode of Learning*, *College Composition and Communication*, 28(2), 122-128, 1977.
33. Rudd, J. A., II, et al., Using The Science Writing Heuristic to Move Toward an Inquiry-Based Laboratory Curriculum: An Example From Physical Equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 78, 1680–1686, 2001
34. Burke, K. A., et al., Using the Science Writing Heuristic, *Journal of College Science Teaching*, 35(1), 36, 2005.
35. Akkus, R., Gunel, M., Hand, B., Comparing an Inquiry-based Approach Known as the Science Writing Heuristic to Traditional Science Teaching Practices: Are there Differences?, *International Journal of Science Education*, 29(14), 1745-1765, 2007.



36. Rudd, J. A., II, Greenbowe, T. J., Hand, B. M., Using the Science Writing Heuristic to Improve Students' Understanding of General Equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 78(12), 2007–2011, 2007,
37. Günel, M., Atila, M. E., Büyükkasap, E., Farklı Betimleme Modlarının Öğrenme Amaçlı Yazma Aktivitelerinde Kullanımlarının 6. Sınıf Yaşamımızdaki Elektrik Konusunun Öğrenimine Etkisi, *İlköğretim Online*, 8(1), 183-199, 2009.
38. Günel, M., Kabataş Memiş, E., Büyükkasap, E., The Effects of Writing to Learn Activities and Students' Analogy Construction on Learning Mechanic Unit at The University Level, *Gazi Education Faculty Journal*, 29(2), 401-419, 2009.
39. Ceylan, Ç., Fen Laboratuvar Etkinliklerinde Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme- ATBÖ Yaklaşımı, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
40. Cavagnetto, A., Hand, B. M., Norton-Meier, L., The Nature Of Elementary Student Science Discourse in The Context of The Science Writing Heuristic Approach, *International Journal of Science Education*, 32(4), 427-449, 2010.
41. Hand, B., Choi, A., Examining the impact of student use of multiple modal representations in constructing arguments on organic chemistry laboratory classes, *Research in Science Education*, 40(1), 29–44, 2010.
42. Demirbağ, M., Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımının Kullanıldığı Fen Sınıflarında Modsal Betimleme Eğitiminin Öğrencilerin Fen Başarıları Ve Yazma Becerilerine Etkisi, Yüksek lisans tezi, Ahi Evran Üniversitesi, İlköğretim Ana Bilim Dalı, Kırşehir, 2011.
43. Kabataş Memiş, E., Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) Yaklaşımının ve Öz Değerlendirmenin İlköğretim Öğrencilerinin Fen Başarısına Etkisi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 2011.
44. Putti, A., High School Students' Attitudes And Beliefs on Using The Science Writing Heuristic in An Advanced Placement Chemistry Class, *Journal of Chemical Education*, 88(4), 516-521, 2011.
45. Yeşildağ-Hasançebi, F., Günel, M., Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımının Dezavantajlı Öğrencilerin Fen Bilgisi Başarılarına Etkisi, *İlköğretim Online*, 12(4),1056-1073, 2013.
46. Arlı, E.E., Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımının (ATBÖ) Mevsimlik Tarım İşçisi Konumundaki Dezavantajlı Öğrencilerin Akademik Başarıları Ve Düşünme Becerilerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2014.

47. Hasacebi, F., Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımının (ATBÖ) Öğrencilerin Fen Başarıları, Argüman Oluşturma Becerileri ve Bireysel Gelişimleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 2014.
48. Koçak, K., Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımının Öğretmen Adaylarının Çözeltiler Konusunda Başarısına ve Eleştirel Düşünme Eğilimlerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2014.
49. Aşcı, V., Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Pedagojik Gelişimine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir, Türkiye, 2014.
50. Aslan, S., Laboratuar Uygulamalarını Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Rapor Formatına Göre Raporlaştırmanın Kavramsal Anlamaya Ve Modsal Betimleme Kullanımına Etkisi, Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17(1), 73-96, 2015.
51. Ulu, C., Bayram, H., Yapararak Yazarak Bilim Öğrenme Yaklaşımına Dayalı Öğretim Yönteminin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (HU Journal of Education), 30(1), 282-298, 2015.
52. Gupta, T., et al., Impact of Guided-Inquiry-Based Instruction with a Writing and Reflection Emphasis on Chemistry Students' Critical Thinking Abilities, Journal of Chemical Education, 92, 32–38, 2015.
53. Şahin, E., Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımının Üstün Yetenekli Öğrencilerin Akademik Başarılarına Üstbiliş ve Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 2016.
54. Tucel, S.T., Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımının 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen Başarılarına, Üst Bilişlerine ve Epistemolojik İnançlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 2016.
55. Chen, Y. C., Park, S., Hand, B., Examining The Use of Talk and Writing For Students' Development Of Scientific Knowledge Through Constructing and Critiquing Arguments, Cognition and Instruction, 34(2), 100– 147, 2016.
56. Chen, Y. C., Hand, B., Park, S., Examining Elementary Students' Development of Oral and Written Argumentation Practices Through Argument-Based Inquiry, Science & Education, 25(3-4), 277-320, 2016.

57. Yaman, F., Öğrenme Amaçlı Yazma Etkinliklerinin Ortaokul 6. Sınıf Öğrencilerinin Madde ve Isı Ünitesindeki Kavramsal Anlamalarına Etkisi, *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 89-108, 2018.
58. Yaman, F., Öğrencilerin Sanal Kimya Laboratuvarı Kullanarak Hazırladıkları Argümantasyona Dayalı Yazma Etkinliklerinin Çoklu Gösterimler Açısından İncelenmesi, *İlköğretim Online*, 18(1), 207-225, 2019.
59. Kozma, R. B., Russell, J., Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena, *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 949–968, 1997.
60. Gilbert, J. K., Treagust, D. F., Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and The Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education, In J. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Multiple Representations in Chemical Education*, pp. 1–10, The Netherlands: Springer, 2009.
61. Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., Mocerino, M., An Evaluation of a Teaching Intervention to Promote Students' Ability to Use Multiple Levels of Representation When Describing and Explaining Chemical Reactions, *Research in Science Education*, 38(2), 237–248, 2008.
62. Gabel, D., Improving Teaching And Learning Through Chemistry Education Research: A Look To The Future, *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548–554, 1999.
63. Johnstone, A. H., Macro- and Microchemistry, *School Science Review*, 64, 377–379, 1982.
64. Treagust, D. F., Chittleborough, G., Mamiala, T. L., The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations In Chemical Explanations, *International Journal of Science Education*, 25, 1353–1368, 2003.
65. Hinton, M. E., Nakhleh, M. B., Students' Microscopic, Macroscopic, and Symbolic Representations of Chemical Reactions, *The Chemical Educator*, 4, 158–167, 1999.
66. Nakhleh, M., Krajcik, J. S., Influence of Levels of Information as Presented By Different Technologies on Students' Understanding of Acid, Base, And pH Concepts, *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 1077– 1096, 1994.
67. Talanquer, V., Macro, Submicro, and Symbolic: The Many Faces of the Chemistry Triplet, *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195, 2011.
68. Ardaç, D., Akaygün, S., Effectiveness of Multimedia-Based Instruction that Emphasizes Molecular Representations on Students' Understanding of Chemical Change, *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 317–337, 2004.

69. Taber, K., Learning At The Symbolic Level. In J. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Multiple Representations in Chemical Education*, pp. 75–105, The Netherlands: Springer, 2009.
70. Taber, K., Revisiting the Chemistry Triplet: Drawing Upon The Nature Of Chemical Knowledge and the Psychology of Learning To Inform Chemistry Education, *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 156–168, 2013.
71. Treagust, D. F., Chandrasegaran, A., The Efficacy of an Alternative Instructional Programme Designed to Enhance Secondary Students' Competence in The triplet Relationship. In J. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Multiple Representations in Chemical Education*, pp. 151–168, The Netherlands: Springer, 2009.
72. Aslan, S., Tekin, N., Laboratuar Uygulamalarını Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Rapor Formatına Göre Raporlaştırmanın Kavramsal Anlamaya ve Modsal Betimleme Kullanımına Etkisi, *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17 (1), 73-97, 2015.
73. Lemke, J., *Multiplying Meaning. Reading Science: Critical And Functional Perspectives On Discourses Of Science*, 87-113, 1998.
74. Günel, M., Kingır, S., Aydemir, N., The Effect of Embedding Multimodal Representation in Nontraditional Writing Task on Students' Learning in Electrochemistry, In B. Hand, A. M. McDermott, & V. Prain (Eds.), *Using Multimodal Representations to Support Learning in the Science Classroom*, pp. 59–40, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.
75. Günel, M., Atila, M., E., Büyükkasap, E., The Impact of Using Multimodal Representations Within Writing to Learn Activities on Learning Electricity Unit at 6th Grade, *İlköğretim Online*, 8(1), 183-199, 2009.
76. Walton, D. N., *The New Dialectic: Conversational Contexts of Argument*, Toronto, Ontario, Canada: University of Toronto Press, 1998.
77. McDermott, M. A., Hand, B., A Secondary Reanalysis of Student Perceptions of Non-Traditional Writing Tasks Over a Ten Year Period, *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 518-539, 2010.
78. Sampson, V., et al., Writing to Learn By Learning to Write During The School Science Laboratory: Helping Middle And High School Students Develop Argumentative Writing Skills As They Learn Core Ideas, *Science Education*, 97(5), 643-670, 2013.
79. Prain, V., Hand, B., Coming to Know More Through And From Writing, *Educational Researcher*, 45(7), 403–434, 2016.

80. Halliday, M. A. K., Martin, J. R., General Orientation. Writing science: Literacy and Discursive Power, 2-24, 1993.
81. Prain, V., Learning From Writing in Secondary Science: Some Theoretical and Practical Implications, International Journal of Science Education, 28(2-3), 179-201, 2006.
82. Bangert-Drowns, R. L., Hurley, M. M., Wilkinson, B., The Effects of School-Based Writing-To-Learn Interventions on Academic Achievement: A Meta-Analysis, Review of Educational Research, 74(1), 29-58, 2004.
83. Prain, V., Hand, B., Writing for Learning in Secondary Science: Rethinking Practices. Teaching and Teacher Education, 12(6), 609-626, 1996.
84. Hand, B., Cognitive, Constructivist Mechanisms for Learning Science Through Writing, In C. S. Wallace, B. Hand & V. Prain (Eds.), Writing And Learning in the Science Classroom, pp. 21-31, Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007.
85. Chen, Y. C., Hand, B., McDowell, L., The Effects of Writing-To-Learn Activities on Elementary Students' Conceptual Understanding: Learning About Force and Motion Through Writing to Older Peers, Science Education, 97(5), 745-771. 2013.
86. Kelly, G. J., et al., Rhetorical Features of Student Science Writing in Introductory University Oceanography, Paper presented at the international conference Ontological, Epistemological, Linguistics and Pedagogical Considerations of Language and Science Literacy: Empowering Research and Informing Instruction, Victoria, BC, Canada, 2002.
87. Merriam, S. B., Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation, San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2009.
88. Yıldırım, A., Şimşek, H., Sosyal Bilimlerde Nitel Arastırma Yöntemleri, Seçkin Yayıncılık, 2006.
89. Choi, A., A Study Of Student Written Argument Using The Science Writing Heuristic Approach in Inquiry-based Freshman General Chemistry Laboratory Classes, Unpublished doctoral dissertation, University of Iowa, Iowa City, IA, 2008.
90. Bodur, F., Uzaktan Öğretim Ders Kitaplarındaki Görsel Öğelerin Öğrenmeye Katkıları: Anadolu Üniversitesi Uzaktan Öğretim Öğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi, Eskişehir, 2010.
91. Miles, M. B., Huberman, A. M., Saldaña, J., Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook. Los Angeles: Sage, 2013.

92. Hand, B., Exploring The Role of Writing in Science: A 25-Year Journey. *Literacy Learning: The Middle Years*, 25(3), 16–23, 2017.
93. Wallace, C. S., Evidence From The Literature For Writing as a Mode of Science Learning, In C. S. Wallace, B. Hand & V. Prain (Eds.), *Writing and Learning in The Science Classroom*, pp. 9–19, Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007.
94. Schoerning, E., et al., Language, Access, And Power in The Elementary Science Classroom, *Science Education*, 99(2), 238–259, 2015.
95. Cavagnetto, A. R., Argument to Foster Scientific Literacy, *Review of Educational Research*, 80(3), 336–371, 2010.
96. Hand, B., Wallace, C. W., Yang, E. M., Using a Science Writing Heuristic to Enhance Learning Outcomes From Laboratory Activities in Seventh -Grade Science: Quantitative and Qualitative Aspects, *International Journal of Science Education*, 26(2), 131-149, 2004.
97. McDermott, M. A., Hand, B., The Impact of Embedding Multiple Modes of Representation Within Writing Tasks on High School Students' Chemistry Understanding, *Instructional Science*, 41(1), 217-246, 2013.
98. Klein, P. D., et al., *Writing As A Learning Activity (studies in writing)*, Leiden/Boston: Brill, 2014.
99. Greenbowe, T., Hand, B., Introduction to the Science Writing Heuristic, In N. J. Pienta, M. Cooper, & T. Greenbowe (Eds.), *Chemist Guide to Effective Teaching*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2005.
100. Jaber, L. Z., BouJaoude, S., A Macro–Micro–Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions, *International Journal of Science Education*, 34(7), 973–998, 2012.
101. Yaman, F., Ayas, A., Assessing Changes in High School Students' Conceptual Understanding Through Concept Maps Before and After The Computer-Based Predict–Observe–Explain (CB-POE) Tasks on Acid–Base Chemistry at the Secondary Level, *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 843-855, 2015.

## EKLER

### EK 1: Tablo. FBÖA'ların Laboratuvar Raporlarını Değerlendirmek Amacıyla Kullanılan Rubrik

RUBRİK KATEGORİLERİ	0	1	2	3	4
1. Başlangıç soruları, laboratuvar deneylerinin sonuçları tarafından potansiyel olarak cevaplanabilir mi?					
2. Gözlem ve verilerin niteliği nedir?					
3. İddialar, gözlem ve verilerin direk bir sonucu mudur?					
4. Kanıtta kullanılan gözlem ve veriler ne kadar iyidir?					
5. İddialar, kanıtta desteklenmiş mi?					
6. Bu deney için öğrenciler, laboratuvar raporunda sorulan soruları ne kadar iyi cevapladı?					
7. Öğrenciler, deneysel ölçümleri ve gözlemleri anlamlı hale getirmek için verileri ve gözlemleri ne kadar iyi analiz etti?					
8. Deneyin sonuçları, kabul edilebilir değerlere yakın mı? Ya da bilinmeyen bir bileşiği doğru olarak tespit ediyor mu? Ya da kabul edilebilir bir karşılaştırma, eğilim gösteriyor mu?					
9. Yansıtma ve okumada kaç tane kaynak kullanılmıştır ve bunlar birbirlerine nasıl bağlantılanmıştır?					
10. Okuma ve yansıtma, başlangıç sorularını tartışıyor mu? Okuma ve yansıtma iddia ve kanıtı yardımcı oluyor mu?					

#### 1. Başlangıç soruları, laboratuvar deneylerinin sonuçları tarafından potansiyel olarak cevaplanabilir mi?

0-Sorular deneysel çalışma yapılarak cevaplanamaz ya da sorular laboratuvarla alakalı değildir

1-Bir ya da iki uygunsuz, önemsiz ya da uydurma soru (örneğin, Niçin soruları: Onlar niçin tampondur? Ne soruları: Ürünüm ne renktir?)

2- Deneysel çalışma yapılarak cevaplanabilecek bir yönlendirilmiş soru

3- Laboratuvarın neyle sonuçlanabileceğini anladığını gösteren bir ya da ikiden fazla soru

4-Bağımlı ve bağımsız değişkenleri anladığını gösteren bir ya da iki soru, bir genelleme ya da laboratuvar sonuçlarının neyle sonuçlanacağını gösteren doğru bir uygulama. Ya da laboratuvarın amacı belirgin olduktan sonra öğrenciler kendi sorularını kendileri geliştirir (önemli değişiklikler yapar). Ya da sınıf, deneyi farklı bir şekilde yapma konusunda karar verir.

## **2. Gözlem ve verilerin niteliği nedir?**

0- Herhangi bir anlama sergilemez ya da veri göstermez.

1-Yalnızca sınırlı sayıda veri kaydedilir.

2-Bütün veriler listelenir.

3-Bütün veriyi, gözlemleri ve uygun hesaplamaları listeler. Veri ve gözlemlerin organizasyonu iyidir. Önemli şekil ve birimleri doğru kullanır.

4- Bütün veriyi, gözlemleri ve uygun hesaplamaları ve denkleştirilmiş denklem gibi ilave kimyasal bilgileri listeler. Veri ve gözlemlerin organizasyonu iyidir. Hesaplamadaki bütün uygun basamakları gösterir. Önemli şekil ve birimleri doğru kullanır. Verinin neden ve niçin toplandığını anladığını gösteren bir anlama sergiler.

## **3.İddialar, gözlem ve verilerin direk bir sonucu mudur?**

0- Hayır. Laboratuvardaki konuyu anlamamış ya da laboratuvarla ilgili kavram yanılığı gösterir ya da laboratuvarla ilgili anlama eksikliği gösterir.

1-Verinin bir kısmı ya da belirli bir miktarı ile ilgili iddiaları vardır.

2-Bütün veri hakkında bir iddiası vardır, fakat yalnız sayısal cevapları vardır ve büyük resmi yakalayamaz.

3- Sayısal ve kavramsal bütün verilerle ilgili iddiaları vardır. Düzgün Türkçe kullanarak yazar.

4- Sayısal ve kavramsal bütün veriyle ilgili birkaç iddiası vardır.

## **4. Kanıtta kullanılan gözlem ve veriler ne kadar iyidir?**

0- Kanıt ifadesinde kullanılmamıştır.

1-Verinin bir kısmını içermektedir.

2- İddiayı destekleyecek veri ve gözlemleri yeniden ifade eder.

3- Grafikleri, hesaplamaları ve denkleştirilmiş denklemleri yorumlar. Önemli şekil ve birimleri doğru kullanır.



4- Grafikleri, hesaplamaları ve denkleştirilmiş denklemleri yorumlar. Yorumların iddia ile nasıl alakalı olduğunu açıklar. Önemli şekil ve birimleri doğru kullanır. Uygun bir Türkçe kullanarak mantıklı ifadelerle bir paragraf yazar.

### **5. İddialar, kanıtta desteklenmiş mi?**

0- Kanıtlar, yapılan iddiaları desteklemez.

1-İddialar ve yöntem basitçe yeniden tekrar edilir, fakat açıklanmaz.

2-Kimyasal denklemleri, hesaplamaları ve grafikleri adlandırır.

3- Kimyasal denklemleri, hesaplamaları ve grafikleri açıklar. Önemli veri ve birimleri doğru kullanır. Uygun bir Türkçe kullanarak yazar.

4-Kimyasal denklemleri, hesaplamaları ve grafikleri açıklar ve yorumlar. İddiaları yeniden tekrar eder ve açık bir şekilde onları savunur. Matematiksel hesaplamalar, bütün basamaklar, açık bir şekilde yazılır ve açıklanır. Önemli veri ve birimleri doğru kullanır. Uygun bir Türkçe kullanarak mantıklı ifadelerle bir paragraf yazar. Sonuç çıkarır.

### **6. Bu deney için öğrenciler, laboratuvar raporunda sorulan soruları ne kadar iyi cevapladı?**

0- Hiçbir soru cevaplanmadı ya da sorular cevaplandı fakat cevapların %80'i yanlıştır.

1-Bazı sorular cevaplandı fakat soruların çoğunluğu cevaplanmadı ya da yanlış cevaplandı.

2-Soruların %50'si doğru olarak cevaplandı.

3- Soruların %80'i doğru olarak cevaplandı.

4- Soruların tamamı doğru olarak cevaplandı.

### **7. Öğrenciler, deneysel ölçümleri ve gözlemleri anlamlı hale getirmek için verileri ve gözlemleri ne kadar iyi analiz etti?**

0-Analiz için gerekli olan şeylerin çok azını yaptı ya da hiç yapmadı.

1-Analizin %50'sinden daha azını yaptı.

2-Analizin %60'ını yaptı.

3- Analizin %80'nini yaptı.

4-Analiz için gerekli olan her şeyi iyi bir şekilde yaptı.

**8. Deneyin sonuçları, kabul edilebilir değerlere yakın mı? Ya da bilinmeyen bir bileşiği doğru olarak tespit ediyor mu? Ya da kabul edilebilir bir karşılaştırma, eğilim gösteriyor mu?**

0-Sonuçlar anlamsızdır.

1-Sonuçlar, kabul edilen değerlerin 20'si içerisindeydir.

2-Sonuçlar, kabul edilen değerlerin 40'ı içerisindeydir.

3- Sonuçlar, kabul edilen değerlerin 60'ı içerisindeydir.

4- Sonuçlar, kabul edilen değerlerin 80'i içerisindeydir.

**9. Yansıtma ve okumada kaç tane kaynak kullanılmıştır ve bunlar birbirlerine nasıl bağlantılanmıştır?**

0- Kaynak yoktur.

1-Bir kaynak vardır fakat deneyle çok zayıf bir şekilde bağlantılıdır.

2-Bir kaynak vardır fakat iyi bağlantılanmıştır.

3-Birden fazla kaynak kullanılmıştır ve bunlar veriyi açıklamaya oldukça yardımcı olmaktadır.

4-Birden fazla kaynak kullanılmıştır ve kullanılan bilginin kaynağı belirtilmiştir (örn, grafikler, karşılaştırmalar, literatür değeri olan bir ders kitabı ya da yardımcı kaynak referans olarak gösterilmiştir). Kaynaklar, iddia ve kanıtlara doğrudan bağlanmıştır. Kullanılan grafik eğrisinin, pH seviyesinin ve diğer açıklanabilir öğelerin arkasındaki anlam açıklanmıştır. Deney sonuçları, bilimsel içerikle ilişkilendirilmiştir ya da sonuçlar ticari, tıp, evde kullanılan vs. uygulamalar açısından tartışılmıştır.

**10. Okuma ve yansıtma, başlangıç sorularını tartışıyor mu? Okuma ve yansıtma iddia ve kanıtı yardımcı oluyor mu?**

0- Hayır, alakalı değil.

1-Sorulardan bazılarını (belki dolaylı olarak) tartışır. Kanıtın bir kısmını tanımlar ve açıklar.

2-Evet, deneyle ilgili sonuçları temel alarak soruları cevaplandırır. Kanıtların hepsini ya da birçoğunu tanımlar ve açıklar.

3-Evet, deneyle ilgili sonuçları temel alarak soruları cevaplandırır. Yeni sorular ifade edilir ya da öğrenciler fikirlerin/kavramların nasıl değiştiğini tartışır ya da öğrenciler

fikirleri/kavramları daha iyi nasıl anladığını tartışır. Kanıtların hepsini ya da birçoğunu tanımlar ve açıklar. Ayrıca, başlangıç sorularını tartışır ve değişen fikirleri, yeni soruları ve bir harici kaynağı tartışır.

4-Başlangıç soruları, sonuçların bir analizi olarak cevaplandırılır. Yeni sorular ve değişen fikirler/kavramlar (fikir/kavramların daha iyi anlaşılması) ifade edilir. Sonuçlar diğer grup üyeleriyle, öğretmenle, ders kitaplarıyla ve diğer kaynaklarla karşılaştırılır. Uygun Türkçe ve mantıklı ifadeler kullanılarak bir paragraf yazılır. Kanıtların hepsi ya da bir kısmı tanımlanır ve açıklanır (okuyucunun anlamasını sağlayacak bir terminoloji kullanır ve başlangıç sorularını ve değişen fikirlerini tartışır). Bulunan bilginin yeri belirtilir (örn, grafik).

## EK 2: FBÖA'ların ATBÖ Raporlarına Verilen Dönütlere Örnekler

**İDDİA:** Sıvı-sıvı heterojen karışımlar iyon yükünlük farkından ayrılabilir.

- ✓ Sıvı-sıvı homojen karışımlarda kaynama noktasından ayrılabilir ve yönendebirle ayırılabilir demirleme yapılır.
- ✓ Kati-sıvı heterojen karışımlar çözünürlük farkından ayrılabilir.
- ✓ Kati-kati heterojen karışımlarda eğer katının birisinde manyetik özelliği bulunursa mıknatısla ayrılabilir.
- ✓ Ayrılmaz karışımların ayrılması için kromatografi yöntemi kullanılır.

*→ Deneyle ilgili örnekler*

*rubiyum uyuş, kimyasal dekarat et*

*Çamaşın etkisiyle ayrıldı. daha sonra aşırı ısıtılınca bazı sıvılar kaynamaya başladı. bu nedenle de karışımın ayrılması için kromatografi yöntemi kullanıldı.*

**KANIT:** Heterojen karışımların ayrılmasını alt başlıklarla inceledik. Burada sıvı-sıvı heterojen karışımlar için süzgeç kullanıldı ve yönendebirle ayırma işlemiyle ayrılması için ayrım hunisi ile ayrıldı. ve bu yöntemle ayrıldı. Süzgeç işlemi ayrım hunisinde inceledik ve bir süre sonra birbirlerinden ayrıldıkları görüldü. Burada ayrılmalara ayrıldıkları gözlemlendi. Sıvı bir iyon yükünlük ayrıtıcıdır. İyon yükünlüğünü değiştirerek sıvıya ise iyon yükünlüğünü değiştirir ve gözlemlenirken sıvıya üstüne çıktığını sıvıya altta kaldığını gözlemlenerek burada iyon yükünlüğü azaldığı için ise altta kalıp suyun ayrıldığını fark ettik. Ayrım hunisinin kullanılmasında önce iyon yükünlük farkından ayrılabilirlik kullanıldı. bu şekilde su ve yağ heterojen karışımı iyon yükünlük farkından ayrım hunisi ile ayrıldı.

Kati-kati heterojen karışımların ayrılması için yönendebirle ayrılabilir özelliklerinden yararlanır. Biz deneyimizde demir tozu ve kum karışımını inceledik ve demir tozunu mıknatısla ayırma işlemiyle ayrıldı. ayrım hunisinde ayrım hunisi kum ve demir tozunu ayrım hunisine aktardık ve demir tozunu mıknatısla ayırma işlemiyle ayrıldı.

Sıvı-sıvı homojen karışımların ayrılması için 50ml saf suya 30ml kerosen karıştırıldı ve süzgeçle ayrıldı. bunu ayrı bir deney için sıvı olduğu için kaynama noktasını dikte edip ayrım hunisiyle ayrıldı. ayrım hunisi kullanıldı. ayrım hunisi kullanıldı. ayrım hunisi kullanıldı. ayrım hunisi kullanıldı.

*22*

*karışım oldu. karışımın ayrılması için ayrım hunisi kullanıldı. ayrım hunisi kullanıldı. ayrım hunisi kullanıldı.*

*Can't think of any more*

*çerçeve yapma bu şekilde*

**VERİ/ GÖZLEM, GRAFİK, DENKLEŞTİRİLMİŞ DENKLEM VE HESAPLAMALAR:**

**Bölüm A**

Deneyle ilgili bir miktar naftalin kaydırıldı. Naftalin katı bir maddedir, kati madde olarak kaydırıldı. Naftalin katı bir maddedir, kati madde olarak kaydırıldı. Naftalin katı bir maddedir, kati madde olarak kaydırıldı.

*Naftalin katı haline ve rengine döndü.*

**Bölüm B**

Deneyle ilgili 10ml saf su kaydırıldı ve bir miktar sodyum bikarbonat ilave edildi. Etkilenme rengi gri, beyaz oldu ve tepkime kabarcıkları bir miktar daha sonra renginde küçük kabarcıklar olduğu gözlemlendi. Eski haline dönmedi. Sodyum bikarbonat mı incelendiğinde;

$$\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

olduğu görüldü: bir tepkime yazıldı bildi ki bu durumda çıkışı oldu kapaklı bir sulu çözelti oldu. olduğu görüldü.

Deneyle ilgili HCl kaydırıldı. Sodyum bikarbonat ilave edildi. Tepkime rengi gri, beyaz oldu ve tepkime kabarcıkları bir miktar daha sonra renginde küçük kabarcıklar olduğu gözlemlendi. Eski haline dönmedi. Deneyle ilgili tepkime yazıldı, tepkime rengi gri, beyaz oldu ve tepkime kabarcıkları bir miktar daha sonra renginde küçük kabarcıklar olduğu gözlemlendi.

**Bölüm C**

Deneyle ilgili bir miktar seker kaydırıldı. Isı verimeye başladı ve sekerin erimeye başladığını suyun kaynamaya başladığını ve ardından rengi koyu sarıya döndü ve kromatografi ile ayrıldı. Tepkime rengi gri, beyaz oldu ve tepkime kabarcıkları bir miktar daha sonra renginde küçük kabarcıklar olduğu gözlemlendi.

*30*

**İDDİA:** Yoğunluk suları için ayırt edici bir özelliktir. Çünkü aynı sıvı üzerinde farklı hacimler de yaptığımız yoğunluk ölçümü yaptık olarak aynı çıkar. Aynı işlemi başka bir sıvı için uyguladığımızda yine farklı olarak bir yoğunluk değeri bulduk. Yani yoğunluk suları için ayırt edici bir özelliktir. Kütle ve hacim biliniirse yoğunluğu da bilebiliriz. *bulunmuş*

**KANIT:** Yapılan deneyde sıklıkla düzgün olmayan, aynı kütlesini ve hacmini bildiğimiz bir cismin  $\rho = \frac{m}{V}$  formülünde bulduk yoğunluğun suları için ayırt edici bir özellik olduğunu yaptığımız ölçümlerde aynı sıvıda ve farklı sülterde yaptık olarak aynı sıklımasından doğruladık. Bir sıvının kütlesini ölçmek için belli belli bir miktar tulu den mesür'den bir mesürün ağırlığını ek olarak sıvının kütlesini bulabiliriz. Ölçümde daha az hata payı elde etmek için beher ile ölçüm yapmamak şartı. Orda tam kase analizi değerler yaktı. Mesür ile ölçüm yaptık çünkü oradaki değerler daha kesin olduğu için daha az hata payı elde ettik. Sıklıkla düzgün olmayan katığı ise sıvı suyu içerenine olarak orta sıvı miktarı kadar hacmini hesaplamak ve kütlesini ise de tenesürden ölçtük. Sıklıkla ölçüm olan yoğunluğu hacmini ekbec formülünde bulduk. *bulunmuş*

*bulunmuş*  
*kuve 5. kılavuz*  
*çileket*  
*ölçüm*

**İDDİA:** Birbirine karışan sular kaynama noktası farkından yararlanılarak ayrıştırılır. *bulunmuş*

etil alkol ile su birlikte iten yamoz ama sadece etil alkol var iten yamoz

Heterojen sıvı-sıvı cözelti yoğunluk farkından yararlanılarak ayırma kütlesi ile ayrıştırılır.

Homojen katı-sıvı karışımlarında buharlaştırma yöntemi ile ayrıştırılır.

nitrobenzen manyetik damı iki farklı katman ayrıştırılmasında kullanılır.

İspankile ölçümleri alınırken her detayında ceketle çalışarak renge **KANIT:** uyarılır.

Yapılan deneylerde etil alkolün sudan daha az buharlaştığını yani kaynama noktasının daha düşük olduğunu gördük. Etil alkol su ile yamozken sadece etil alkol yandı. Bu da etil alkolün yoğunluk özelliği olduğunu gösterir. Suz halinde bir maddeyi suya katıp ayırma ile yoğunlaştırıldı.

Heterojen sıvı-sıvı karışımlarında ayırma kütlesi ile ayırma yöntemi kullanılır. Kaynamaya noktası farkından yararlanılır. Örneğin su ve etil alkolün kaynamaya noktası farkından yararlanılır. Buharlaşma zamanı aynı bir ayırma damı ve manyetik çubuğu zaman zaman ağır sıvı girer kadar akıllıca ayırılır olur.

Örneğin etil alkol ile bir karışım damı ise önce bunları heterojen den homojen den ayırılır. Yani önce suya katılır. Suda etil alkolün kaynamaya noktası farkından yararlanılır. Buharlaşma zamanı aynı bir ayırma damı ve manyetik çubuğu zaman zaman ağır sıvı girer kadar akıllıca ayırılır olur.

Mutlakta genel olarak demir, nikel, kobalt gibi maddelerin manyetik özelliği sayesinde ayırma damı tuzu ve tuz karışımında nitrobenzen tuzlu sulu ayırma damı kullanılır.

Yeni işleme = KANIT

*bulunmuş* *kuve 5. kılavuz*

### EK 3: Tez Uygulama İzni



T.C.  
BOZOK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Eğitim Fakültesi Dekanlığı



Sayı : 14415064-199-E.49  
Konu : Dursun YALÇIN

02/01/2018

Sayın Yrd.Doç.Dr. Fatma YAMAN  
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü  
Fen Bilgisi Eğitimi ABD

İlgi : 10/11/2017 tarihli ve 21 kurum sayılı dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile ilettiğiniz, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Dursun YALÇIN'ın, "Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) Yaklaşımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yazılı Argümanlarına ve Çoklu Gösterimlerine Etkisinin İncelenmesi" konulu yüksek lisans tez çalışması kapsamında, Genel Kimya I-II Laboratuvarı derslerine katılması, öğrencilerle mülakat ve video çekimleri yapması talebi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

**e-imzalıdır**

Prof.Dr. Tayip DUMAN  
Dekan V.

Adres: Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Kampüsü Eğitim  
Fakültesi Binası, Atatürk Yolu 7. Km 66900 Yozgat

Bilgi için: Şule KARAKUŞ

Telefon: 3542421025 Faks: 3542421024

Elektronik

Ağ: <http://www.bozok.edu.tr/> [bozokuniversitesi@hs01.kep.tr](mailto:bozokuniversitesi@hs01.kep.tr)

5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile üretilmiştir.  
Evrak teyidi <http://ebyssorgu.bozok.edu.tr> adresinden 082G-06Z3-88S2 kodu ile yapılabilir.

## ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Yozgat'ta doğan Dursun YALÇIN, orta ve lise öğrenimini sırasıyla Gülyayla İlköğretim Okulu ve Sorgun Anadolu Lisesinde tamamlamıştır. 2010 yılında kazandığı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünü 2014 yılında başarıyla bitirmiştir.

2015 yılında Veri Hazırlama ve Kontrol İşletmeni olarak Yozgat Devlet Hastanesinde başladığı görevine Yozgat Sorgun Devlet Hastanesinde devam etmektedir. Evli ve 1 çocuk babasıdır.

### İletişim Bilgileri

Adres: Yeşilöz Mah. Şehit Yunus Emre DAŞKIN Cad. No: 2/B Daire:11

66700 Sorgun/YOZGAT

E-posta: dursun.yalcin@saglik.gov.tr