

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

**BİLGİSAYARA DAYALI TAHMİN-GÖZLEM-AÇIKLAMA (TGA)**  
**ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN ASİT-BAZ KİMYASINA YÖNELİK**  
**KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ: TÜRKİYE VE ABD ÖRNEĞİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Fatma YAMAN**

**TRABZON**  
**Şubat, 2012**

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

**BİLGİSAYARA DAYALI TAHMİN-GÖZLEM-AÇIKLAMA (TGA)**  
**ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN ASİT-BAZ KİMYASINA YÖNELİK**  
**KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ: TÜRKİYE VE ABD ÖRNEĞİ**

**Fatma YAMAN**

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

**Tezin Danışmanı**  
**Prof. Dr. Alipaşa AYAS**

**Trabzon**  
**Şubat, 2012**

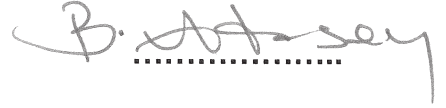
KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 27/01/2012

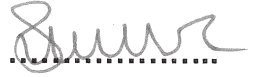
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Alipaşa AYAS



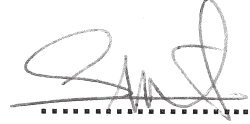
Üye : Prof. Dr. Basri ATASOY



Üye : Prof. Dr. Salih ÇEPNİ



Üye : Doç. Dr. Suat ÜNAL



Üye : Yrd. Doç. Dr. Gökhan DEMİRCİOĞLU... 

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Haluk ÖZMEN

Enstitü Müdürü

## **BİLDİRİM**

**Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.**

**Fatma YAMAN**

**.../.../2012**

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada, asit-baz kimyasına yönelik bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, kimya öğretmenlerine, öğretmen adaylarına, lise öğrencilerine, makroskobik, mikroskobik ve sembolik gösterimlerin dikkate alındığı, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine yardımcı olacak, maliyeti düşük, zamanın etkin ve verimli kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşım ile uyum içerisinde olan etkinlikler sunulmuştur.

Doktora tez çalışma sürecinde, danışmanlığımı üstlenen, bu süreçte değerli birikimlerini benimle paylaşarak yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Alipaşa AYAS'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma kapsamında fikirleriyle çalışmaya katkı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Salih ÇEPNİ'ye, Yrd. Doç. Dr. Gökhan DEMİRCİOĞLU'na, Prof. Dr. Halit KANTEKİN'e ve Prof. Dr. Mary NAKHLEH'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, doktora tez çalışmam esnasında maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Arş Gör. İlknur ÖZPINAR'a, Arş. Gör. Nesli KALA'ya, Dr. Zeynep BAŞKAN'a, Zeynep BAK KİBAR'a isimlerini yazamadığım diğer mesai arkadaşlarıma ve Nakhleh gruptaki çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim. Uygulama sürecinde sağladıkları kolaylıklardan dolayı kimya öğretmenleri Meliha BEKTAŞ'a, Mehtap YILMAZ ÖZGÜN'e, Yavuz Selim YILMAZ'a, bilgisayar öğretmenleri Yılmaz B. KURTOĞLU'na, Uygur AYDIN'a ve Mustafa SEVİM'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım annem ve babam Remziye-Remezan YAMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bu çalışma KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) 2008.116.002.1 kodlu proje kapsamında desteklenmektedir. Bu bağlamda, KTÜ BAP fonuna katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım. Bilgisayar ortamında geliştirilen TGA etkinliklerinin seslendirilmelerinde verdikleri katkılardan dolayı TRT Trabzon Bölge Radyosu spikerleri ve çalışanlarına, Purdue Üniversitesi Elliot Müzik Bölümü'ne teşekkür ederim. Ayrıca, yurt dışı doktora araştırma bursu kapsamında sağladıkları maddi destekten dolayı YÖK'e teşekkürlerimi sunarım.

Fatma YAMAN  
Trabzon, 2012

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
TABLolar LİSTESİ .....	XV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XXIV
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XXVIII
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Problemi.....	4
1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	6
1.4. Çalışmanın Amacı.....	9
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	9
1.6. Araştırmanın Varsayımları.....	9
1.7. Konu ile İlgili Araştırmalar.....	10
1.7.1. Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme Kuramı .....	10
1.7.2. Tahmin-Gözlem-Açıklama Tekniği.....	12
1.7.2.1. Tahmin-Gözlem-Açıklama'nın Öğrenme Ortamında Kullanılması .....	13
1.7.2.2. TGA Stratejisinin Öğrencilerin Fikirlerini Ortaya Çıkarmada ve Kavramların Öğretilmesinde Bir Araç Olarak Kullanılması .....	14
1.7.2.3. Tahmin-Gözlem-Açıklama Tekniği Üzerine Yapılan Çalışmalar .....	14
1.7.3. Kavramsal Anlama.....	22
1.7.3.1. Makroskobik, Mikroskobik ve Sembolik Seviye.....	23
1.7.4. Bilgisayar Destekli Öğretim .....	24
1.7.4.1. Bilgisayar Destekli Öğretim Uygulamaları .....	25
1.7.4.2. Bilgisayar Destekli Animasyon, Simülasyon ve Dijital videolar .....	25
1.7.4.3. Bilgisayar Destekli Öğretim ile yapılan Çalışmalar .....	27
1.7.5. Asit ve Bazlarla ilgili yapılan Çalışmalar .....	29
1.7.6. Analoji.....	40
1.7.6.1. Analogilerin Kullanılma Sebepleri, Avantaj ve Dezavantajları .....	40
1.7.6.2. Analogik Öğretim Stratejileri .....	42

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	45
2.1.	Araştırmanın Tasarımlanması.....	45
2.2.	Araştırmanın yöntemi .....	48
2.3.	Örnekleme Seçimi ve Örneklemin Özellikleri .....	49
2.3.1.	Asıl ve Pilot Çalışmaya Katılan Öğrenci Gruplarının Özellikleri .....	49
2.3.2.	Pilot ve Asıl Çalışma İçin Seçilen Okulun Bilgisayar Laboratuvarının Özellikleri .....	51
2.4.	Çalışmada Kullanılan Bilgisayar Programının Tasarımı ve Geliştirilmesi Materyalin Tasarımlanması ve Ekran Görüntüleri.....	52
2.4.1.	Programın Konusu ve Orta Öğretim Programı ile Bağlantısı .....	52
2.4.2.	Çalışmanın Mantığı ve Kullanılan Bilgisayar Programının Amacı.....	53
2.4.3.	Bilgisayar Destekli TGA Etkinliklerinin Tasarımlanması ve Geliştirilmesi.....	54
2.4.4.	Hazırlanan Programın ve TGA Etkinliklerinin Ekran Görüntüsü .....	58
2.5.	Geliştirilen Materyalin Pilot Çalışması.....	66
2.5.1.	Pilot Uygulama Sonucunda Bilgisayara Dayalı TGA’da Yapılan Değişiklikler.....	66
2.5.2.	Veri Toplama Araçları İçin Yapılan Pilot Çalışmalar .....	67
2.5.3.	Pilot Çalışmalardan Sonra TGA Çalışma Yapraklarında Yapılan Değişiklikler.....	67
2.6.	Asıl Çalışma.....	68
2.7.	Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları .....	69
2.7.1.	Kelime İlişkilendirme Testi .....	69
2.7.1.1.	Kelime ilişkilendirme Testinin Hazırlanması ve Uygulanması .....	70
2.7.2.	Kavram Haritaları .....	71
2.7.2.1.	Kavram Haritalarının Hazırlanması ve Uygulanması.....	75
2.7.3.	Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) .....	77
2.7.4.	Çizimler.....	78
2.8.	Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi.....	79
2.8.1.	Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilecek Verilerin Analizi .....	79
2.8.2.	Kavram Haritasından Elde Edilen Verilerin Analizi .....	80
2.8.3.	Çizimlerden ve Çizim Mülakatlarından Elde Edilecek Verilerin Analizi.....	86
2.8.4.	TGA’lardan Elde Edilen Verilerin Analizi .....	87
2.9.	Nitel Çalışmalardaki Geçerlilik ve Güvenirlilik .....	88

3.	BULGULAR.....	92
3.1.	Araştırmanın 1. ve 3. Alt Problemlerine Yönelik Bulgular .....	93
3.1.1.	Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Bulgular.....	93
3.1.1.1.	Türkiye’deki öğrencilerin Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Bulgular .....	94
3.1.1.1.1.	Ön KİT’den Elde Edilen Bulgular .....	94
3.1.1.1.2.	Son KİT’den Elde Edilen Sonuçlar.....	101
3.1.1.2.	ABD’li Öğrencilerin Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Bulgular.....	107
3.1.1.2.1.	Ön KİT’den Elde Edilen Bulgular .....	107
3.1.1.2.2.	ABD’li Öğrencilerin Son KİT’ten Elde Edilen Bulgular .....	113
3.1.2.	Kavram Haritalarından Elde Edilen Bulgular.....	117
3.1.2.1.	Türkiye’deki Öğrencilerin Ön ve Son Kavram Haritalarından Elde Edilen Bulgular .....	118
3.1.2.1.1.	Kavram Haritası Analizinde 1. Kısımdan Elde Edilen Bulgular .....	118
3.1.2.1.2.	Kavram Haritasının 2. Kısımının Analizinden Elde Edilen Bulgular.....	119
3.1.2.1.3.	Kavram Haritasının 3. Kısımından Elde Edilen Bulgular.....	126
3.1.2.2.	ABD’li Örneklem Grubunun Kavram Haritalarının Analizi .....	145
3.1.2.2.1.	Kavram Haritasının İlk Kısımdan Elde Edilen Bulgular .....	146
3.1.2.2.2.	Kavram Haritasının İkinci Kısımından Elde Edilen Bulgular .....	146
3.1.2.2.3.	Kavram Haritasının Analizinin Üçüncü Kısımından Elde Edilen Bulgular.....	152
3.1.3.	Çizimlerden Elde Edilen Bulgular .....	169
3.1.3.1.	Türkiye’deki Öğrencilerin Çizimlerinden Elde Edilen Bulgular.....	169
3.1.3.1.1.	Çizimlerin Şekilsel Analizinden Elde Edilen Bulgular .....	169
3.1.3.1.2.	Çizimlerle İlgili Mülâkatlarından Elde Edilen Bulgular.....	171
3.1.3.1.2.1.	Ön Çizimlerden Elde Edilen Mülakat Bulguları.....	172
3.1.3.1.2.2.	Son Çizimlerin Mülâkatından Elde Edilen Bulgular .....	174
3.1.3.2.	ABD’deki Öğrencilerin Çizimlerinden Elde Edilen Bulgular .....	176
3.1.3.2.1.	Çizimlerin Şekilsel Analizinden Elde Edilen Bulgular .....	177
3.1.3.2.2.	Çizimlerin Mülakatlarından Elde Edilen Bulgular .....	179
3.2.	Araştırmanın İkinci Alt Probleminden Elde Edilen Bulgular.....	182
3.2.1.	Türkiye’deki Öğrencilerin TGA Etkinliklerinin Analizinden Elde Edilen Bulgular .....	183
3.2.1.1.	T3 Kodlu Öğrencinin TGA Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular .....	184



3.2.1.1.1.	T3 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Metaller Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	186
3.2.1.1.2.	T3 Kodlu Öğrencinin Bazların Metaller Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	187
3.2.1.1.3.	T3 Kodlu Öğrencinin İndikatörler Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	188
3.2.1.1.4.	T3 Kodlu Öğrencinin Nötrleşme Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	189
3.2.1.1.5.	T3 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Karbonatlı Bileşiklere Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	189
3.2.1.1.6.	T3 Kodlu Öğrencinin Elektriksel İletkenlik Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	190
3.2.1.1.7.	T3 Kodlu Öğrencinin pH ve pOH ile İlgili Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular .....	190
3.2.1.1.8.	T3 Kodlu Öğrencinin Tampon Çözelti Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	192
3.2.1.1.9.	T3 Kodlu Öğrencinin Titrasyon Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	192
3.2.1.1.10.	T3 Kodlu Öğrencinin Kuvvetlilik ve Konsantrasyon Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	193
3.2.1.1.11.	T3 Kodlu Öğrencinin Hidroliz Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	194
3.2.1.1.12.	T3 Kodlu Öğrencinin Asit-Baz Tanımları Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	196
3.2.1.1.12.1.	T3 Kodlu Öğrencinin Arrhenius Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	197
3.2.1.1.12.2.	T3 Kodlu Öğrencinin Bronsted-Lowry Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	198
3.2.1.1.12.3.	T3 Kodlu Öğrencinin Lewis Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	199
3.2.1.2.	T6 Kodlu Öğrencinin TGA Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular .....	200
3.2.1.2.1.	T6 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Metaller Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	202
3.2.1.2.2.	T6 Kodlu Öğrencinin Bazların Metaller Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	204
3.2.1.2.3.	T6 Kodlu Öğrencinin İndikatörler Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	205
3.2.1.2.4.	T6 Kodlu Öğrencinin Nötrleşme Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	206
3.2.1.2.5.	T6 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Karbonatlı Bileşiklere Etkisi Etkinliğinden (AKBE) Elde Edilen Bulgular .....	206

3.2.1.2.6.	T6 Kodlu Öğrencinin Elektriksel İletkenlik Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	207
3.2.1.2.7.	T6 Kodlu Öğrencinin pH ve pOH ile İlgili Etkinliklerden Elde Edilen Bulgular .....	208
3.2.1.2.8.	T6 Kodlu Öğrencinin Tampon Çözelti Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	209
3.2.1.2.9.	T6 Kodlu Öğrencinin Titrasyon Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	210
3.2.1.2.10.	T6 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Kuvvetliliği ve Konsantrasyonu Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	210
3.2.1.2.11.	T6 Kodlu Öğrencinin Hidroliz Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	212
3.2.1.2.12.	T6 Kodlu Öğrencinin Asit-Baz Tanımları Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular .....	213
3.2.1.2.12.1.	T6 Kodlu Öğrencinin Arrhenius Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	214
3.2.1.2.12.2.	T6 Kodlu Öğrencinin Bronsted-Lowry Asit Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	215
3.2.1.2.12.3.	T6 Kodlu Öğrencinin Lewis Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	216
3.2.2.	ABD'deki Öğrencilerin TGA Etkinliklerinin Analizinden Elde Edilen Bulgular .....	217
3.2.2.1.	A2 Kodlu Öğrencinin TGA Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular.....	217
3.2.2.1.1.	A2 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Metallere Etkisi Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular.....	220
3.2.2.1.2.	A2 Kodlu Öğrencinin Bazların Metallere Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	221
3.2.2.1.3.	A2 Kodlu Öğrencinin İndikatörler Elde Edilen Bulgular .....	222
3.2.2.1.4.	A2 Kodlu Öğrencinin Nötrleşme Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	223
3.2.2.1.5.	A2 Kodlu Öğrencinin Elektriksel İletkenlik Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	224
3.2.2.1.6.	A2 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Karbonatlı Bileşiklere Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	224
3.2.2.1.7.	A2 Kodlu Öğrencinin pH ve pOH Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	225
3.2.2.1.8.	A2 Kodlu Öğrencinin Tampon Çözelti Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	226
3.2.2.1.9.	A2 Kodlu Öğrencinin Titrasyon, Kuvvetlilik ve konsantrasyon Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular .....	227
3.2.2.1.10.	A2 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Kuvvetliliği ve Konsantrasyonu Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	228

3.2.2.1.11.	A2 Kodlu Öğrencinin Hidroliz Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	229
3.2.2.1.12.	A2 Kodlu Öğrencinin Asit-Baz Tanımları Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular .....	231
3.2.2.1.12.1.	A2 Kodlu Öğrencinin Arrhenius Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	232
3.2.2.1.12.2.	A2 Kodlu Öğrencinin Bronsted-Lowry Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	233
3.2.2.1.12.3.	A2 Kodlu Öğrencinin Lewis Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	234
3.2.2.2.	A3 Kodlu Öğrencinin TGA Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular.....	235
3.2.2.2.1.	A3 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Metallere Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	237
3.2.2.2.2.	A3 Kodlu Öğrencinin Bazların Metallere Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	238
3.2.2.2.3.	A3 Kodlu Öğrencinin İndikatörler Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	239
3.2.2.2.4.	A3 Kodlu Öğrencinin Nötrleşme Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	240
3.2.2.2.5.	A3 Kodlu Öğrencinin Elektriksel İletkenlik Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	240
3.2.2.2.6.	A3 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Karbonatlı Bileşiklere Etkisi (AKBE) Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	241
3.2.2.2.7.	A3 Kodlu Öğrencinin pH ve pOH Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	241
3.2.2.2.8.	A3 Kodlu Öğrencinin Tampon Çözelti Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	242
3.2.2.2.9.	A3 Kodlu Öğrencinin Titrasyon ve Kuvvetlilik Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular .....	243
3.2.2.2.10.	A3 Kodlu Öğrencinin Titrasyon Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	244
3.2.2.2.11.	A3 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Kuvvetliliği ve Konsantrasyonu Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	244
3.2.2.2.12.	A3 Kodlu Öğrencinin Hidroliz Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	245
3.2.2.2.13.	A3 Kodlu Öğrencinin Asit-Baz Tanımları Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular.....	247
3.2.2.2.13.1.	A3 Kodlu Öğrencinin Arrhenius Asit-Baz Tanımları Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	248
3.2.2.2.13.2.	A3Kodlu Öğrencinin Bronsted-Lowry Asit-Baz Tanımları Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	249
3.2.2.2.13.3.	A3 Kodlu Öğrencinin Lewis Asit-Baz Tanımları Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular .....	250

4.	TARTIŞMA .....	251
4.1.	Araştırmanın Birinci ve Üçüncü Alt Problemlerine Yönelik Yapılan Tartışma .....	251
4.1.1.	Asit-Baz Kavramlarına Yönelik Tartışma .....	251
4.1.2.	Asit-Baz Genel Özelliklerine Yönelik Tartışma.....	256
4.1.3.	pH ve pOH Kavramlarına Yönelik Tartışma .....	260
4.1.4.	Kuvvetlilik ve Konsantrasyon Kavramlarına Yönelik Tartışma .....	264
4.1.5.	Titrasyon, Eş değerlik Noktası ve Dönüm Noktası Kavramlarına Yönelik Tartışma .....	268
4.1.6.	Hidroliz Kavramına Yönelik Tartışma .....	270
4.1.7.	Tampon Çözeltiler Kavramına Yönelik Tartışma.....	271
4.1.8.	Asit-Baz Tanımlarına (Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis) Yönelik Tartışma .....	272
4.1.9.	Kelime İlişkilendirme Testinin Bütününden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma .....	273
4.1.10.	Kavram Haritasının Bütününden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma .....	274
4.1.10.1.	Kavram Haritası Analizinin 1. Kısımından Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma .....	275
4.1.10.2.	Kavram Haritası Analizinin 2. Kısımından Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma .....	275
4.1.10.3.	Kavram Haritası Analizinin 3. Kısımından Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma .....	277
4.1.11.	Çizimlerin Bütününden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma .....	278
4.2.	Araştırmanın İkinci Alt Probleminden Elde Edilen Bulguların Tartışılması .....	282
4.2.1.	Asit-Baz Kavramlarına Yönelik Tartışma .....	282
4.2.2.	Asit-Bazların Genel Özelliklerine Yönelik Tartışma .....	287
4.2.3.	pH ve pOH Kavramlarına Yönelik Tartışma .....	299
4.2.4.	Kuvvetlilik ve Konsantrasyon Kavramlarına Yönelik Tartışma .....	303
4.2.5.	Titrasyon, Eş değerlik Noktası ve Dönüm Noktası Kavramlarına Yönelik Tartışma .....	309
4.2.6.	Hidroliz Kavramına Yönelik Tartışma .....	313
4.2.7.	Tampon Çözelti Kavramına Yönelik Tartışma.....	317
4.2.8.	Asit-Baz Tanımlarına (Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis) Yönelik Tartışma .....	321
4.2.9.	TGA Etkinliklerinin Genelinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışmalar .....	322

4.2.10.	TGA Etkinliklerinin MAS, MİS ve SES'ten Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma .....	325
5.	SONUÇLAR .....	327
5.1.	İncelenen Kavramlar ile İlgili Sonuçlar .....	327
5.1.1.	Asit ve Baz Kavramları ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar .....	327
5.1.2.	Asit-Bazların Genel Özellikleri ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar.....	328
5.1.3.	pH ve pOH Kavramı ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar .....	330
5.1.4.	Kuvvetlilik ve Konsantrasyon ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar.....	331
5.1.5.	Titrasyon, Eş değerlik Noktası ve Dönüm Noktası Kavramları ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar .....	333
5.1.6.	Hidroliz Kavramı ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar .....	335
5.1.7.	Tampon Çözelti Kavramı ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar .....	336
5.2.	Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Sonuçlar.....	337
5.3.	Kavram Haritasından Elde Edilen Sonuçlar .....	338
5.3.1.	Birinci Kısımdan Elde Edilen Sonuçlar .....	338
5.3.2.	İkinci Kısımdan Elde Edilen Sonuçlar.....	338
5.3.3.	Üçüncü Kısımdan Elde Edilen Sonuçlar.....	339
5.4.	Çizimler ve Mülakatlardan Elde Edilen Sonuçlar .....	339
5.5.	TGA'dan Elde Edilen Sonuçlar .....	341
6.	ÖNERİLER.....	344
6.1.	Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler.....	344
6.1.1.	Araştırmada Ele Alınan Kavramlara Yönelik Öneriler .....	344
6.1.2.	KİT'e Yönelik Öneriler.....	345
6.1.3.	Kavram Haritasına Yönelik Öneriler .....	346
6.1.4.	Çizimlere ve Çizim Mülakatlarına Yönelik Öneriler.....	346
6.1.5.	TGA'nın Bütününe Yönelik Öneriler .....	347
6.2.	Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Öneriler .....	349
7.	KAYNAKLAR .....	351
8.	EKLER.....	369

ÖZGEÇMİŞ

## ÖZET

### **Bilgisayara Dayalı Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) Etkinliklerinin Öğrencilerin Asit-Baz Kimyasına Yönelik Kavramsal Anlamalarına Etkisi: Türkiye ve ABD Örneği**

Bu çalışmanın amacı, asit-baz kimyasına yönelik hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini araştırmaktır. Bu amaçla, 15 TGA etkinliği geliştirilmiştir. Bilgisayar ortamında geliştirilen etkinliklerde tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarından başka “tanımlama” adı verilen ve TGA’nın önünde yer alan bir basamak daha eklenmiştir. Etkinlikler geliştirilirken, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları, anlamakta zorluk çektikleri konular göz önünde bulundurulmuştur. Çalışmada özel durum yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin, bütüncül çoklu durum deseninden yararlanılmıştır. Bu desen kapsamında iki örnek olay seçilmiştir. Örnek olaylardan bir tanesinin uygulaması Türkiye’de, diğeri ise ABD’de gerçekleştirilmiştir. Türkiye’deki çalışmada katılımcı olarak, Trabzon ilinde yer alan bir Anadolu lisesinde, 11.sınıfta öğrenim gören 12 öğrenci yer alırken, ABD’deki çalışmada, Indiana Eyaleti’nde, bir lisede öğrenim gören 5 öğrenci yer almıştır. Çalışmada veri toplama araçları olarak, Kavram Haritası (KH), Kelime İlişkilendirme Testi (KİT), çizimler, çizimlerle ilgili mülakat ve TGA’nın yazılı cevap gerektiren kısımları kullanılmıştır. TGA’nın yazılı cevap gerektiren kısımlarıyla ilgili veriler uygulama sürecinden elde edilirken, diğer veriler uygulama öncesi ve sonrasında elde edilmiştir. Elde edilen verilerin nitel analizi sonucunda, Türkiye’deki katılımcılardan ikisi, ABD’deki katılımcılardan birinin anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmediği tespit edilmiştir. Her iki gruptaki öğrencilerin KİT’ten ve KH’sından elde edilen bulguları incelendiğinde, son KİT’te, ön KİT’e göre daha fazla cevap kelime yazdıkları, daha çok bağlantı yaptıkları ve son KH’larından aldıkları puanların ön KH’sından aldıkları puanlara göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Her iki grubun birbiriyle karşılaştırmaları yapıldığında, ön ve son KİT’te ve KH’sında ABD’deki örneklem grubunun Türkiye’deki örneklem grubundan daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Her iki grubun yaptıkları çizimlere bakıldığında, Türkiye’deki öğrencilerin ABD’li öğrencilere göre daha yetenekli oldukları kanısı oluşmaktadır. Çalışma sonucunda, bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma, araştırmacılara ve eğitimcilere sunulan önerilerle tamamlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Asit-baz kimyası, bilgisayar ortamında TGA etkinlikleri, Kavramsal anlama.

## ABSTRACT

### **The effect of computer-based Predict-Observe-Explain (POE) tasks on students' conceptual understanding related to acid-base chemistry: Cases from Turkey and the USA**

This study investigates effectiveness of computer-based POE tasks on students' conceptual understanding regarding acid-base chemistry. 15 POE tasks were developed for this purpose. There is a new sequence that is refer to "description" in the computer-based POE tasks, and this sequence takes place in front of the predict, observe and explain sequences. Alternative concepts that students held and topics that students had difficulties were taken into consideration while developing the tasks. Multi-case studies were used in this research. Two case studies were done and then compared. While one of the case studies was implemented in Turkey, City of Trabzon, in an Anatolian high school with 12 students, the other case study was implemented in the US, in Indiana, in a high school with 5 students. Data sources for this study included concept maps (CM), word association tests (WAT), drawings, interviews about drawings and written responses of students to POE tasks. While students' written responses of POE tasks were gathered during the process of computer-based implementation, other data sources were gathered before and after the implementation. The findings in this research reveal that two students in Turkish sample and one student in American sample did not have meaningful learning. When two samples were compared in the light of findings, it is seen that students in both sampling wrote more response words, and also made more interconnected response words in the post-WAT. As students' pre and post concept maps were analyzed, it is seen that students in both sampling were enhanced their concept map scores in the post CM. Moreover, data gathered from WAT and CM showed that students in the US sampling gained more high scores than students in Turkish sampling in both pre and post WAT and CM. Students' drawings were revealed that Turkish students did better drawings than students in the US sampling. At the end of the study, it is concluded that computer-based POE tasks are effective in terms of improving students' conceptual understanding. The study has been completed with suggestions and implications for educators and researchers.

**Key Words:** Acid-base chemistry, Computer-based POE tasks, Conceptual understanding.

## TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo Nr.	Tablo Adı	Sayfa Nr.
1.	TGA'ya dayalı yapılan bazı çalışmalar .....	20
2.	Asit-bazlarla ilgili yapılmış çalışmalar .....	30
3.	Tezin tasarımılanması ve yürütülmesi aşamalarında izlenen adımlar.....	47
4.	Araştırmada yapılan çalışmalar, araştırmanın örnekleme ve uygulama zamanı .....	50
5.	Kavram haritasının şekilsel olarak analizi (1. kısım).....	81
6.	Kavram haritasının kriterler bazında analizi (2. kısım) .....	83
7.	Kavram haritası analizinin MAS, MİS ve SES'de yapılması (3. kısım).....	85
8.	Öğrencilerin yaptıkları çizimlerin kategorilere ayrılması .....	86
9.	Çizim mülakatlarının ayrıldığı kategoriler ve bu kategorilerin açıklamaları .....	87
10.	Çizimlerin analiz edilmesi.....	87
11.	Öğrencilerin TGA kâğıtlarının analiz edilmesinde kullanılan kategoriler .....	88
12.	Öğrencilerin ön ve son KİT'te anahtar kavramlara verdikleri cevap kelime sayıları.....	94
13.	ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son KİT'te anahtar kavramlara verdikleri cevap kelime sayıları.....	107
14.	Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin çizdikleri kavram haritalarının şekil olarak gösterimi.....	118
15.	Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları toplam puanlar .....	119
16.	Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve kavram haritalarında "birbiriyle bağlantılılık değeri"nden aldıkları puanlar .....	120
17.	Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları geçerli ve geçersiz kavramların sayısı .....	122
18.	Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin sayısı .....	122
19.	Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yapmış oldukları çapraz bağlantı sayısı .....	124



<u>Tablo Nr.</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
20.	Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında göstermiş oldukları örneklerin sayısı .....	125
21.	T1 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	126
22.	T2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	127
23.	T3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	129
24.	T3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kurmuş olduğu önermelerden oluşan kodlar ve anlama seviyeleri ve bu önermelerin MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	130
25.	T4 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	131
26.	T5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	132
27.	T6 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	133
28.	T6 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kurmuş olduğu önermelerden oluşan kodlar ve anlama seviyeleri ve bu önermelerin MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	135
29.	T7 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	137
30.	T8 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	139
31.	T9 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	140
32.	T10 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	142
33.	T11 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	143
34.	T12 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri .....	144
35.	ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin çizdikleri kavram haritalarının şekil olarak gösterimi.....	146
36.	ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları toplam puanlar .....	146
37.	ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritasında “birbiriyle bağlantılılık değeri”nden aldıkları puanlar.....	147

<u>Tablo Nr.</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
38.	ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları kavramların sayısı .....	148
39.	ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritasında yazmış oldukları önermelerin sayısı .....	149
40.	ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında kurmuş oldukları çapraz bağlantıların sayısı .....	150
41.	ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları örneklerin sayısı .....	151
42.	A1 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	152
43.	A2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	153
44.	A2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yer alan önermelerden oluşan kodlar, bu kodların anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	156
45.	A3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	162
46.	A3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yer alan önermelerden oluşan kodlar, bu kodların anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	164
47.	A4 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	166
48.	A5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	167
49.	Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son çizimleri .....	170
50.	Türkiye'deki öğrencilerin ön mülakatlarında kuvvetli ve zayıf asitler için ortaya çıkan kodlar ve kodların anlama seviyelerine göre dağılımı .....	172
51.	Türkiye'deki öğrencilerin ön çizim mülakatlarında kuvvetli ve zayıf asidin moleküler boyutta nasıl olmasını beklersiniz sorusundan ortaya çıkan kodlar .....	173
52.	Türkiye'deki öğrencilerin son çizim mülakatlarından zayıf ve kuvvetli asit ile ilgili ortaya çıkan kodları .....	174
53.	Türkiye'deki öğrencilerin kuvvetli ve zayıf asitlerin moleküler boyutta nasıl olmasını beklersiniz sorusuna verdikleri cevaplardan ortaya çıkan kodlar .....	176
54.	ABD'deki öğrencilerin ön ve son çizimlerinin hangi anlama seviyelerinde (kategorilerinde) yer aldığı örneklerle beraber gösterilmesi .....	178

<u>Tablo Nr.</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
55.	ABD'deki öğrencilerin ön çizim mülakatlarından elde edilen kodlar.....	179
56.	ABD'deki öğrencilerin ön çizimlerinde moleküler boyutta nasıl olmasını beklersiniz sorusuna verdikleri cevaplar .....	180
57.	ABD'deki öğrencilerin son çizim mülakatlarında ortaya çıkan kodlar.....	181
58.	T3 kodlu öğrencinin asitlerin metallerle etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri .....	186
59.	T3 kodlu öğrencinin bazların metallerle etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri .....	187
60.	T3 kodlu öğrencinin indikatörler etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri.....	188
61.	T3 kodlu öğrencinin nötrleşme etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri: .....	189
62.	T3 kodlu öğrencinin asitlerin karbonatlı bileşiklere etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri: .....	189
63.	T3 kodlu öğrencinin elektriksel iletkenlik etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri: .....	190
64.	T3 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	190
65.	T3 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde gözlem basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri: .....	191
66.	T3 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri pOH için.....	191
67.	T3 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde gözlem basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri: .....	191
68.	T3 kodlu öğrencinin tampon çözelti etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri: .....	192

Tablo Nr.	Tablo Adı	Sayfa Nr.
69.	T3 kodlu öğrencinin titrasyon etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	192
70.	T3 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem1- gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri: .....	193
71.	T3 kodlu öğrencinin hidroliz1, hidroliz 2- hidroliz 3 etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem1- gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	195
72.	T3 kodlu öğrencinin Arrhenius asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri: .....	197
73.	T3 kodlu öğrencinin Bronsted-Lowry asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	198
74.	T3 kodlu öğrencinin Lewis asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin 1- tahmin 2- tahmin sebebi 1- tahmin sebebi 2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	199
75.	T3 kodlu öğrencinin tüm etkinliklerde tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında yapmış olduğu ifadelerin doğru, kısmen doğru, kavram yanılgısı, yanlış ve boş kategorilerine göre ayrılması.....	199
76.	T6 kodlu öğrencinin asitlerin metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri .....	202
77.	T6 kodlu öğrencinin bazların metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri .....	204
78.	T6 kodlu öğrencinin indikatörler etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	205
79.	T6 kodlu öğrencinin nötrleşme etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	206
80.	T6 kodlu öğrencinin AKBE etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve Açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	206

Tablo Nr.	Tablo Adı	Sayfa Nr.
81.	T6 kodlu öğrencinin elektriksel iletkenlik etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi-gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri.....	207
82.	T6 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	208
83.	T6 kodlu öğrencinin tampon çözelti etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	209
84.	T6 kodlu öğrencinin titrasyon etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi-gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	210
85.	T6 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem1- gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	211
86.	T6 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi 2- gözlem 1- gözlem 2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	212
87.	T6 kodlu öğrencinin Arrhenius asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	214
88.	T6 kodlu öğrencinin Bronsted-Lowry asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	215
89.	T6 kodlu öğrencinin Lewis asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	216
90.	T6 kodlu öğrencinin tüm etkinliklerde tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında yapmış olduğu ifadelerin doğru, kısmen doğru, kavram yanlışlığı, yanlış ve boş kategorilerine göre ayrılması.....	216
91.	A2 kodlu öğrencinin asitlerin metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri .....	220
92.	A2 kodlu öğrencinin bazların metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri .....	221

<u>Tablo Nr.</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
93.	A2 kodlu öğrencinin indikatörler etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	222
94.	A2 kodlu öğrencinin nötrleşme etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	223
95.	A2 kodlu öğrencinin elektriksel iletkenlik etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri.....	224
96.	A2 kodlu öğrencinin asitlerin karbonatlı bileşiklere etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	224
97.	A2 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS,MİS ve SES'deki gösterimleri .....	225
98.	A2 kodlu öğrencinin tampon çözelti etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	226
99.	A2 kodlu öğrencinin titrasyon etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS,MİS ve SES'deki gösterimleri .....	227
100.	A2 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	228
101.	A2 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1-tahmin2-tahmin sebebi- gözlem1-gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	230
102.	A2 kodlu öğrencinin Arrhenius asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	232
103.	A2 kodlu öğrencinin Bronsted-Lowry asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS,MİS ve SES'deki gösterimleri .....	233
104.	A2 kodlu öğrencinin Lewis asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1-tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	234

Tablo Nr.	Tablo Adı	Sayfa Nr.
105.	A2 kodlu öğrencinin tüm etkinliklerde tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında yapmış olduğu ifadelerin doğru, kısmen doğru, kavram yanılması, yanlış ve boş kategorilerine göre ayrılması.....	234
106.	A3 kodlu öğrencinin asitlerin metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri .....	237
107.	A3 kodlu öğrencinin bazların metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri .....	238
108.	A3 kodlu öğrencinin indikatörler etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	239
109.	A3 kodlu öğrencinin nötrleşme etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	240
110.	A3 kodlu öğrencinin elektriksel iletkenlik etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri.....	240
111.	A3 kodlu öğrencinin AKBE etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	241
112.	A3 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	241
113.	A3 kodlu öğrencinin tampon çözelti etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	242
114.	A3 kodlu öğrencinin titrasyon etkinliğinde tahmin1-tahmin2-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri.....	244
115.	A3 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetlilik ve konsantrasyonları etkinliğinde tahmin1-tahmin2- tahmin sebebi- gözlem ve Açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	244
116.	A3 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1-tahmin2-tahmin sebebi- gözlem1-gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	246

<u>Tablo Nr.</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
117.	A3 kodlu öğrencinin Arrhenius asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	248
118.	A3 kodlu öğrencinin Lowry-Bronsted asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	249
119.	A3 kodlu öğrencinin Lewis asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	250
120.	A3 kodlu öğrencinin tüm etkinliklerde tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında yapmış olduğu ifadelerin doğru, kısmen doğru, kavram yanılgısı, yanlış ve boş kategorilerine göre ayrılması.....	250



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil Nr.	Şekil Adı	Sayfa Nr.
1.	Pilot ve asıl uygulamalarının yapıldığı bilgisayar laboratuvarı .....	52
2.	Programın genel görüntüsü .....	58
3.	Ana menünün görüntüsü .....	59
4.	Metal oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterliği ile ilgili TGA etkinliğinin “Tanımlama” kısmının programdaki görünüşü .....	60
5.	Metal oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterliği ile ilgili TGA etkinliğinin “Tahmin” kısmıyla ilgili ekran görüntüsü .....	61
6.	Metal oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterliği ile ilgili TGA etkinliğinin “Gözlem” kısmıyla ilgili ekran görüntüsü .....	62
7.	Metal oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterliği ile ilgili TGA etkinliğinin “Gözlem” kısmında yer alan ve deneyin gerçekleştirildiği kısım .....	63
8.	Aynı TGA etkinliğinin “Açıklama” basamağındaki ekran görüntüsü .....	63
9.	Animasyon etkinliğinin tanımlama, tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarına yönelik gösterimleri .....	65
10.	Kavram haritasının kavram haritası .....	74
11.	Çalışmada veri toplama araçlarından elde edilen bulguların akış şeması .....	92
12.	Türkiye’deki örneklem grubunda yer öğrencilerin ön ve son KİT’ten her bir anahtar kavram için aldıkları toplam puanlar .....	95
13.	Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT’lerinden elde edilen $KN \geq 8$ için zihin haritası .....	96
14.	Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT’lerinden elde edilen $KN = 7-5$ için zihin haritası .....	96
15.	Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT’lerinden elde edilen $KN = 4-2$ için zihin haritası .....	97
16.	Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin son KİT’lerinden elde edilen $KN \geq 8$ için zihin haritası .....	101
17.	Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin son KİT’lerinden elde edilen $KN = 7-5$ arası için zihin haritası .....	102
18.	Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin son KİT’lerinden elde edilen $KN = 4-2$ için zihin haritası .....	103
19.	ABD’deki örneklem grubunda yer öğrencilerin ön ve son KİT’ten her bir anahtar kavram için aldıkları toplam puanlar .....	108

Şekil Nr.	Şekil Adı	Sayfa Nr.
20.	ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT'lerinden elde edilen $KN=4$ için zihin haritası .....	109
21.	ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT'lerinden elde edilen $KN=3$ için zihin haritası .....	109
22.	ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT'lerinde $KN=2$ için zihin haritası .....	110
23.	ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin son KİT'lerinden elde edilen $KN \geq 4$ için zihin haritası .....	113
24.	ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin son KİT'lerinden elde edilen $KN=3$ için zihin haritası .....	114
25.	ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin son KİT'lerinden elde edilen $KN=2$ için zihin haritası .....	115
26.	Türkiye'deki öğrencilerin ön ve son kavram haritasından aldıkları toplam puanlar .....	120
27.	Türkiye'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında "birbirine bağlantılık değerinden" aldıkları toplam puanlar .....	121
28.	ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son kavram haritasından aldıkları toplam puanlar .....	147
29.	ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında "birbirine bağlantılık değerinden" aldıkları toplam puanlar .....	148
30.	Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son çizimlerinden elde edilen bulgular .....	169
31.	Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son çizim mülakatlarından elde edilen bulguların anlama seviyelerine göre dağılımı .....	171
32.	ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son çizimlerinin şekil olarak analiz edilmesinden elde edilen bulgular .....	177
33.	ABD'deki öğrencilerin ön ve son mülakatlarındaki anlama seviyelerinin gösterimi .....	179
34.	T3 kodlu öğrencinin bazı etkinlikleri için Tahmin- Tahmin sebebi- Gözlem ve Açıklama basamaklarındaki anlama seviyelerinin gösterilmesi .....	184
35.	T3 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu etkinliğinde tahmin 1- tahmin 2- tahmin sebebi 1- tahmin sebebi 2- gözlem 1- gözlem 2 ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri .....	193

Şekil Nr.	Şekil Adı	Sayfa Nr.
36.	T3 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- gözlem1- gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri .....	194
37.	T3 kodlu öğrencinin asit-baz tanımları etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri .....	196
38.	T6 kodlu öğrencinin bazı etkinliklerdeki tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri.....	200
39.	T6 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem1- gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri .....	210
40.	T6 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin 1- tahmin 2- tahmin sebebi 1- tahmin sebebi 2- gözlem 1- gözlem 2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	212
41.	T6 kodlu öğrencinin asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri .....	213
42.	A2 kodlu öğrencinin bazı etkinliklerinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri .....	217
43.	A2 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu ve titrasyon etkinliklerinde tahmin1-tahmin2- tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları .....	227
44.	A2 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1-tahmin2- tahmin sebebi- gözlem1-gözlem2 ve Açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri.....	229
45.	A2 kodlu öğrencinin asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin 1- tahmin 2- tahmin sebebi 1- tahmin sebebi 2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri .....	231
46.	A3 kodlu öğrencinin bazı etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri.....	235
47.	A3 kodlu öğrencinin titrasyon ve kuvvetlilik etkinliğinde tahmin1-tahmin2-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri .....	243
48.	A3 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1-tahmin2- tahmin sebebi- gözlem1-gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri .....	245

<u>Şekil Nr.</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
49.	A3 kodlu öğrencinin asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri .....	247
50.	Türkiye ve ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son KİT'lerden aldıkları ortalama puanlar .....	274
51.	Türkiye ve ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında aldıkları toplam ortalamalar.....	275

## KISALTMALAR LİSTESİ

- A kodlu öğrenciler** : ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrenciler
- D** : Doğru Kategorisinde verilen cevap
- KD** : Kısmen Doğru kategorisinde verilen cevap
- KH** : Kavram Haritası
- KİT** : Kelime İlişkilendirme Testi
- KN** : Kesme Noktası
- KY** : Kavram yanılığsı kategorisinde verilen cevap
- MAS** : Makroskobik Seviye
- MİS** : Mikroskobik Seviye
- SES** : Sembolik Seviye
- T kodlu öğrenciler** : Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrenciler
- TGA** : Tahmin- Gözlem-Açıklama
- Y** : Yanlış kategorisinde verilen cevap

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Hızla gelişen ve değişen dünyamızda kimyanın doğasını bilmek, kimyadaki anahtar teorileri, temel kavramları ve modelleri anlamak; günlük hayatta karşılaştığımız, kullandığımız ve gözlemlediğimiz birçok durumun kimya ile ilişkili olduğunu kavramak önemlidir. Bireylerin hayatın her safhasını etkileyen kimya temelli teknoloji ile ilgili gelişmeleri algılayıp yorumlayabilmesi için temel bir kimya eğitiminden geçirilmesi ve belli bir kimya bilgisine sahip olması gerekmektedir (Ayas ve diğerleri, 1997; Davidowitz ve Chittleborough, 2009; Gilbert ve Treagust, 2009). Bireylerin belirli bir kimya bilgisine sahip olabilmesi için de kimyadaki bazı temel teori ve kavramların anlamlı bir şekilde öğrenmesi gerekmektedir.

Yeni bir yüzyıla girdiğimiz günümüz dünyası, temelinde bilgisayarın ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerin yer aldığı tarihsel ve toplumsal bir değişime sahne olmaktadır. Bilim ve teknolojiye "günlük" atılımlar, toplumların yapısını özellikle de eğitim sistemlerini etkilemektedir. Eğitimi daha verimli ve etkili hale getirme, yaygınlaştırma ve bireyselleştirme çabaları sonucunda ortaya çıkan bir yenilik de bilgisayar destekli eğitim olmuştur. Yirminci yüzyılın son çeyreğinden itibaren eğitime neredeyse damgasını vuran bilgisayar destekli eğitim, en güncel uygulamalardan birisi olma niteliğini günümüzde de sürdürmektedir (Betz, 2000; Büyükkasap, 1998). Bilgisayar destekli eğitim, kimyanın içerdiği ve bireylerin anlamakta zorluk çektikleri soyut kavramları ve teorileri, animasyon, simülasyon ve videolar kullanarak, bireylerin zihinlerinde daha kolay yapılandırılmalarını sağlamaktadır (Demirci, 2003; Özmen, 2004; Kearney, 2002, 2004).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, bireylerin formal eğitime başlamadan önce kendi yaşadıkları olaylardan, deneyim ve izlenimlerden, elde ettikleri çeşitli fikir ve açıklamalarla öğrenme ortamlarına geldiklerini ve bazen sahip oldukları bu fikir ve açıklamaların bilim adamları tarafından kabul edilen bilimsel bilgiden farklı olduğunu ortaya koymaktadır (Gilbert ve Watts, 1983; Nakhleh, 1992; Griffiths ve Preston, 1992). Bilim adamları tarafından kabul edilmeyen bu fikirler literatürde yanlış anlama (misconception), kavram yanılgısı, ön kavrama (preconception), alternatif kavrama

(alternative conception), alternatif çatı (alternative framework), öğrenci bilimi (children science) veya öznel inançlar (naive belief) gibi terimlerle adlandırılmaktadır (Driver ve Easley, 1978; Novak, 1977; Driver, 1981; Gilbert ve diğerleri, 1982). Öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerin sonraki öğrenmelerini etkilediği ve sonradan kazandıkları bilgi ile arasında gerekli bağlantı kurulamadığı takdirde (Garnett ve Treagust, 1990; Nakhleh, 1994) ve makro, mikro ve sembolik seviyeler arasında gerekli geçişlerin yapılamadığı durumlarda, kimyanın etkili bir şekilde öğrenilemediği bilinmektedir (Gabel, 1998). Bu nedenle, öğrencilerin kavramsal anlamalarının geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda kimyada farklı konularda [kimyasal denge (Huddle ve Pillay, 1996; Gussarsky ve Gorodesky, 1990), yükseltgenme, indirgenme (Garnett ve Treagust, 1992), asit –baz (Nakhleh, 1994) ve çözünürlük (Taylor ve Coll, 1997)] çok sayıda kavram yanılgısı tespit edilmiştir. Kimya konularında tespit edilen kavram yanılgıları, kavram öğretiminin istenilen düzeyde olmadığını göstermektedir. Bunun birçok nedeni olmakla birlikte en önemli nedenlerini; mevcut öğretim programlarının eksik olması, öğretmenlerin istenilen yeterlilikte olmaması (Ayas, 1993, Çepni, 1993; Çalık ve Ayas, 2005; Coştu, 2006) ve uygun öğretim stratejilerinin kullanılmayışı olarak sıralamak mümkündür. İdeal bir öğretim programının alanın genel amaçlarını, konularını, konuların özel amaçlarını ve kazanımlarını, öğretme- öğrenme etkinliklerini, öğretim amaçlarını, öğretim araçlarını, öğretme sonuçlarını ve değerlendirme araç ve yöntemlerini içermesi gerektiği ifade edilmiştir (Varış, 1996; Demirel, 1998). Gelişmiş ülkelerde hazırlanan, örneğin ABD’deki CHEM Study, CBA ve İngiltere’deki Nuffield Projesi ideale yakın modern öğretim programları olarak bilinmektedir. Bu programların öğretmenler ve öğrencilerin kullanması için birçok etkinlik içerdiği ve etkili kavram öğretiminin temel hedefler arasında yer aldığı bilinmektedir. Ülkemizde ise son yıllarda MEB’in hazırladığı, yeni program geliştirme çalışmasında, kimya içerik kazanımları, bilimsel süreç becerileri, kimya teknoloji-toplum-çevre ilişkisi kazanımları, İletişim-tutum ve değer becerileri altında farklı çıktıları da bulunan daha kapsamlı kimya programı hazırlanmıştır (MEB, 2008).

MEB’in yeni hazırladığı kimya öğretim programının tasnif anlayışı incelendiğinde hem davranışçı, hem de inşacı (oluşturmacı, Constructivist) yaklaşımı benimsediği ifade edilmiştir (MEB, 2011). Öğrenme kuramı temelde insanların daha önceki deneyimlerinden ve ön bilgilerinden yararlanarak yeni karşılaştıkları durumlara anlam verebileceklerini

savunmaktadır (Ausubel, 1968; Novak ve Gowin,1984; White ve Gunstone, 1992). Bu kurama göre, öğrenme, bilginin pasif olarak algılanması değil, öğrenenin olgularla ilgili anlayışını aktif ve sürekli olarak yapılandırması ve yeniden yapılandırması işlemidir (Bodner, 1986).

Kavram öğretimi, bazı kavramların öğrencilerin zihninde oluşmasını sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Öğrenci bilgilerini yeni durumlara uygulayabilmekte, öğrendiği bilgiler daha kalıcı olmakta ve öğrenciler daha istekli hale getirilmektedirler (Bird ve Mitchell, 1986; Ayas ve diğerleri, 2001). Yapılan çalışmalara göre uluslararası düzeyde fenedeki herhangi bir kavramı etkili öğretme, öğrenme ve değerlendirmede kullanılabilen çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (White ve Gunstone, 1992). Bu yöntemlere örnek olarak Kavram Haritaları (Novak ve Gowin, 1984), Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) (Liew ve Treagust, 1995), Durumlarla İlgili Yapılan Mülakat (Osborne ve Gilbert, 1980), Olaylarla İlgili Yapılan Mülakat (Osborne ve Cosgrove, 1983), Kavramlarla İlgili Yapılan Mülakat (Abdullah ve Scaife, 1997), Çizimler (Smith ve Metz, 1996) ve Kelime İlişkilendirme testi (Maskill ve Cachapuz, 1989) verilebilir. Bu yöntemlerden birisi olan Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA), günümüzde geçerli olan Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme Teorisiyle uyum içindedir. Bu teoriye göre etkili bir eğitim için, eğitim esnasında öğrenciler kendi düşüncelerini açıklamaya teşvik edilmeli (Tahmin etme aşaması), öğrenciler düşüncelerine meydan okuyan durumlarla karşı karşıya getirilmeli (Gözleme aşaması), öğrencilerin hipotez kurmaları ve olaylara alternatif yorumlar getirmeleri teşvik edilmeli (Tahmin etme ve Açıklama aşamaları), özellikle küçük grup tartışmaları aracılığıyla öğrencilere alternatif fikirleri düşünme fırsatı verilmeli (Açıklama aşaması), yeni düşüncelerin yararını anlamaları için, öğrencilere yeni düşünceleri çeşitli durumlarda kullanma fırsatı verilmelidir (Driver ve Bell, 1986). Görüldüğü gibi etkili bir eğitim için Yapılandırmacı öğrenme teorisinden açığa çıkarılan prensipler TGA yöntemi kullanıldığında kolayca uygulanmış olmaktadır.

Yukarıdaki paragraflarda belirtilenler dikkate alındığında özet olarak, öğrencilerin bilgiyi zihinlerinde yapılandırmasına yardımcı olacak yöntemlerin kullanılmasının, öğrencilerin sahip oldukları yanlışların belirlenmesi ve giderilmesine yönelik materyallerin hazırlanmasının ve sonrada öğrencilerin konuyla ilgili gelişen ve değişen kavramsal anlamalarını detaylı bir şekilde belirleyecek çalışmaların yapılmasının önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bundan dolayı bu çalışmada Bilgisayara dayalı olarak hazırlanan



TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisi detaylı bir şekilde incelenecektir.

## 1.2. Çalışmanın Problemi

Kimya eğitiminin en önemli hedeflerinden birisi, öğrencilerin kimya konularında geçen kavramları doğru olarak anlama ve uygulamalarını sağlamaktır. Öğrenciler bazı kavramlar hakkında daha önceki öğretim yaşamlarından veya günlük yaşamdaki gözlemlerinden önbilgiye sahip olabilirler. Eğer bireyler birtakım kavram yanılgılarını bu süreç içinde geliştirmişlerse bunları düzeltmek kolay değildir. Genelde kimya problemlerinin çözümünde ezberlenen formüllerin kullanılmasına yönelik bir tercih, ağırlıklı olmaktadır (Smith ve Metz, 1992). Bu yolla sürdürülen eğitimde, bilginin veya kavramların işlevlerinin ve uygulamalarının gösterilmesinden ziyade bilgi aktarımından öteye gidilememesi, formal eğitimden sonra bile öğrencilerde yeni kavram yanılgılarının oluşmasına veya eskilerinin düzeltilmeden devam etmesine neden olmaktadır. Öğrencinin kendi kendisinin öğretmeni olmaya alışması (öğrenmeyi öğrenmesi) ve mümkün olduğu kadar erken yaşlarda konuları aktif olarak öğrenmeye çalışması, özellikle fen eğitiminde karşılaştığı kavramlar ve kavramlar arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamasına neden olacaktır. Bu süreçte etkili ve uygun öğretim yöntemlerinin kullanılması oldukça önemlidir (Nakhleh, 1992; Geban, Ertepinar ve Tansel, 1998).

Ortaöğretim kimya müfredatında önemli bir yer tutan konulardan biri de asit-baz kimyasıdır. Bu konu, kimyasal reaksiyonlar (özellikle yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları), asit-baz dengesi ve organik kimya gibi kimyanın diğer konularını anlamada önemli bir role sahiptir (Shapperd, 2006; Tamer, 2006). Asit ve bazlar kullandığımız temizlik malzemelerinden içtiğimiz kolaya kadar birçok maddenin yapısında bulunarak yaşamımızın bir parçası olmuşlardır. Ayrıca son yıllarda radyo, TV ve yazılı medyada sıkça karşımıza çıkan asit yağmurlarıyla insanların çevresel konulara ilgisi artmış ve bunun sonucunda asit ve bazlar konusu bir kez daha gündeme gelmiştir. Buna rağmen birçok öğrencinin asit ve baz konusunu anlamada zorluklara sahip olduğu belirtilmektedir (Cros, 1986; Zoller, 1990; Nakhleh, 1994; Ross ve Munby, 1991; Vidyapati ve Seetheramappa, 1995). Bunun nedenlerinden biri de bu konunun soyut ve teorik konuları içermesidir. Çünkü moleküler seviyede gerçekleşen olayları yorumlamaya çalışmak kimyasal konuların anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Bununla beraber, öğrencilerin asit-baz konusunu

anlayabilmesi için çözeltiler ve kimyasal bağlar gibi konuları bilmesinin ön koşul olması ve öğrencilerin bu konuları da anlamakta zorlanmaları (Piquette ve Heikkinen, 2005; Çalık, 2006) asit ve bazlar konusunu anlamayı daha da zorlaştırmaktadır. Bunun bir sonucu olarak öğrenciler asit-baz kimyasıyla ilgili birçok yanlış anlamalar geliştirmektedirler.

Mevcut öğretim yöntemleri ve ders kitapları öğrencilerin öğrenmekte zorluk çektikleri konuları ya da sahip oldukları yanlışları gidermede yeterli olamamaktadır (Abraham ve diğerleri, 1992; Morgil ve diğerleri, 2002; Yıldırım, 2009). Bu nedenle, öğrencilerin sahip oldukları yanlışları dikkate alan ve kavramların zihinlerinde yapılandırılmalarını ve kavramsal anlamalarının gelişimlerini sağlamak için çeşitli etkinliklerin hazırlanması gerekmektedir. Bu tür etkinliklerin literatürde yeterince bulunmadığı bilinmektedir. Öğretmenlerin öğretim sürecinde ihtiyaç duydukları söz konusu materyallerin geliştirilmesi için çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışmanın temel problemi asit-bazlarla ilgili ihtiyaç duyulan materyaller geliştirmektir. Bu problemin çözümü için, yani öğrencilerin asit-baz kimyasını daha iyi anlayabilmesini sağlayabilmek, bu konudaki kavramsal anlamalarını geliştirmek amacıyla bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin hazırlanıp uygulanması planlanmıştır. Ayrıca günümüzde okullarda öğrencilerin bir konuyu anlayıp anlamadığını ortaya çıkarmak için genellikle çoktan seçmeli test ya da açık uçlu sorular kullanılmaktadır. Ancak anlama, tek bir test tarzı ile değerlendirilemeyecek kadar karmaşık bir durumdur. Çünkü okul testlerinde kullanıldığı gibi tek bir sayısal puanlama, bir kişinin anlama kalitesini yansıtmayabilir. Ayrıca günümüzde yaygın olarak kullanılan test tarzlarının anlamının kalitesini sınırlı olarak ortaya koyduğu ve öğrencilerde sınırlı öğrenme gelişmesine neden olduğu ifade edilmektedir (White ve Gunstone, 1992; Ayas ve diğerleri, 2001; Atasoy, 2004). Bu da çalışmanın diğer bir problem kısmını oluşturmaktadır. Bu problemin çözümü için, yani öğrencilerin asit-baz kimyasındaki anlamalarını ortaya çıkarmak için; kavram haritası, kelime ilişkilendirme testi, çizimler, çizimlerle ilgili mülakatlar ve TGA'nın yazılı cevap gerektiren kısımlarının kullanılması düşünülmüştür.

Yukarıda vurgulanan görüşler doğrultusunda bu çalışmanın problemleri daha özgün olarak aşağıda belirtilmiştir:

Bilgisayara dayalı TGA stratejisine göre hazırlanan etkinliklerin lise öğrencilerinin kavramsal anlamalarına nasıl bir etkisi vardır?

Bu temel problem çerçevesinde cevap aranacak sorular ise aşağıda belirtilmiştir:

1. Öğrencilerin uygulamadan önce sahip oldukları asit- baz kavramlarıyla ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları nelerdir?
2. Hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri öğrencilerin asit- baz kavramlarının gelişim sürecine nasıl bir katkı sağlamıştır?
3. Öğrencilerin uygulamadan sonra sahip oldukları asit- baz kavramlarıyla ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları nelerdir?

### 1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Son yıllarda yapılan çalışmalar, fen bilimlerindeki öğrenme ve öğretmeyi geliştirmek için ön koşul olarak öğrencilerin ön kavramlarını belirlemek gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bu vurguda, Ausubel'in bireylerin ön bilgilerini dikkate alan öğrenme teorisi ve bireylerin bilgiyi kişisel ve sosyal olarak inşa edebileceğini açıklayan Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme Kuramı'nın görüşleri önemli olmaktadır.

White ve Gunstone (1992), bireylerin anlamalarının ortaya çıkarılması için değişik teknikler kullanılabileceğini vurgulamaktadırlar. Bu tekniklerden bazıları; olaylar ve durumlar hakkında mülakat, çizimler, kavram haritaları, kelime ilişkilendirme testleridir. White ve Gunstone (1992), tarafından önemle vurgulanan diğer bir anlamayı ölçme ve öğrenme-öğretme tekniği ise Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) tekniğidir. Bu teknik, günümüzde geçerli olan Yapılandırmacı öğrenme kuramı ile sıkı bir ilişki içerisinde.

TGA ile ilgili literatür incelendiğinde, TGA'nın kavram yanlışlarını ortaya çıkarmada (Champagne ve diğerleri, 1980; Gunstone, Champagne ve Klopfer, 1981; White ve Gunstone, 1992; Liew, 1995), ve öğrencilerdeki kavramsal değişimi sağlamada kullanıldığı rapor edilmiştir (Searle ve Gunstone, 1990; Tao ve Gunstone, 1999). Ayrıca, yapılan çalışmaların çoğunluğunun fizik alanında yapıldığı (Searle ve Gunstone, 1990; Liew ve Treagust, 1998; Russell, Lucas, ve McRobbie, 1999, 2003, 2004; Tao ve Gunstone, 1999; Kearney ve diğerleri, 2001; Kearney, 2002, 2004) ve son zamanlarda ise TGA'nın bilgisayar ortamına aktarıldığı görülmektedir. Bilgisayar destekli TGA ile ilgili yaptığı doktora çalışmasında Kearney (2002), fizikte mekanik konusunda öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmak amacıyla TGA etkinlikleri hazırlamıştır (Kearney ve diğerleri, 2001; Kearney, 2002; 2004). Araştırmacı, hazırladığı bu etkinliklerde dijital video görüntüsü ile çekilmiş deneyler kullanmıştır ve hazırladığı programı TGA stratejisinde

yeni bir gelişim olarak tanımlamıştır. Yine bu alandaki literatür incelendiğinde Tao ve Gunstone (1999) ve Golberg ve Bendal (1996) yaptıkları çalışmalarda fizik alanında bilgisayar destekli TGA etkinlikleri hazırladıkları görülecektir. Hazırladıkları etkinliklerde simülasyon ve animasyon kullanmışlardır. Bu tez çalışmasında ise; kimyanın önemli konularından biri olan asit-baz konusuna yönelik hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri için hem dijital video görüntüsü çekilmiş deneyler, hem de simülasyonlar ve animasyonlar kullanılmıştır. Hazırlanan bu bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri ile öğrenciler, tüm sınıfa uygulanan ve öğretmen merkezli klasik TGA etkinliklerinin aksine, etkinlikle daha çok etkileşebilmektedirler. Bu durum, öğrencilere TGA'nın her bir basamağını kendilerinin kontrol etmesine olanak sağlamaktadır ve öğretmenin öğrencilerle daha çok etkileşime girmesine fırsat vermektedir (Kearney ve diğerleri, 2001). Ayrıca, bu tez çalışmasında, TGA'da tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarına ilave olarak tanımlama aşaması eklenmiştir. Bu aşama, tahmin, gözlem, açıklama basamaklarından önce yer almaktadır ve öğrencilerin yapacakları tahminlere katkı sağlayacağı düşünülerek eklenmiştir.

Asit-baz kimyası, orta öğretim programında önemli ve geniş bir yer tutmaktadır. Ayrıca, bu konu kimyanın birçok konusuyla ilişkilidir ve öğrencilerin günlük yaşamlarındaki bir takım olguları açıklayabilmelerini sağlamaktadır. (Köseoğlu, Budak ve Kavak, 2002; Demircioğlu, 2003; Püren, 2006). Asit-baz kimyası, öğrencilerin genelde deney yapmasını gerektiren konulardan oluşmaktadır. Ancak, kimya ders kitapları incelendiğinde bu konuyla ilgili deneylere çok fazla yer verilmediği anlaşılmaktadır. Demircioğlu (2003), öğretmenler için hazırladığı rehber materyalde ortaöğretim programında yer alan asit-baz konusundaki bu eksikliği gidermeye çalışmıştır. Çalışma sonucunda, okullardaki laboratuvarlarda deneylerde kullanılmak için gerekli araç-gereç ve malzemelerin eksik olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin kavramlarla ilgili anlamalarının derinlemesine incelenmesinin gerekli olduğu ifade edilmiştir. Shapperd (1997), lise öğrencileriyle yaptıkları çalışmada, tuzların hidrolizi, tampon çözelti, asit-baz dengesi, indikatör gibi konuların incelenmesine ihtiyaç olduğunu rapor etmiştir. Bu bağlamda, bilgisayara dayalı TGA etkinliklerini içeren bu çalışmada, öğrencilerin asit-baz kimyasıyla ilgili kavramsal anlamalarının derinlemesine incelenmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlamalarının geliştirilmesinde kullanılmak üzere hazırlanan mikroskobik, makroskobik ve sembolik olayların bilgisayar ortamında hazırlanmasıyla öğrencilerin kavramsal anlamalarının gelişeceği, zaman harcayıcı faktörlerin en aza

indirileceği ve sanal ortamda yapılacak deneylerle laboratuarda karşılaşılması muhtemel kazaların ve tehlikelerin ortadan kaldırılacağı, kimyasal madde ve araç-gereç sıkıntılarından dolayı deney yapılmamasının önüne geçileceği düşünölmektedir. Ayrıca, tampon çözelti, tuzların hidrolizi ilgili literatürde fazla çalışılmayan konular üzerine de etkinlikler hazırlanmıştır. Bu gerekçeler bağlamında kimya alanında bilgisayar ortamında TGA etkinlikleri kullanılarak, öğrencilerin kavramsal anlamalarının geçiştirilmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulduğuna inanılmaktadır.

Yukarıda belirtilenler doğrultusunda bu araştırmanın gerekçeleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Asit-baz kimyası ile ilgili öğrencilerin kavramsal anlamalarını detaylı bir şekilde ortaya koyacak çalışmalara ihtiyaç duyulması,
2. Bilginin öğrencinin kafasında yapılandırılması için, öğrencilerin ön bilgilerini dikkate alarak hazırlanacak TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına katkı sağlayacağının düşünölmesi,
3. Bilgisayara dayalı TGA yönteminin uygulanmasıyla öğrencilerin TGA'nın aşamalarını kontrol altına alacağına inanılması,
4. TGA'nın gözlem aşamasının defalarca ve yavaş yavaş tekrarlanabilmesine imkân sunmasının öğrencilerin olayları anlamasına katkı sağlayacağının düşünölmesi,
5. Tahmin, gözlem ve açıklama aşamalardan önce hazırlanan "tanımlama" basamağının öğrencilerin yapacakları tahminlere katkıda bulunacağının düşünölmesi,
6. Bilgisayarda animasyon tekniğinin kullanılmasıyla, öğrencilere öğretilmek istenen soyut olayların veya varlıkların somutlaştırılması ve zihinlerinde canlandırma güçlüklerinin ortadan kaldırılabilmeğinin düşünölmesi,
7. Tehlikeli veya pahalı bazı deney ve çalışmaların laboratuvar ortamında deneysel olarak incelenebilmesinin güç olduğu durumlarda simölasyon ya da dijital video görüntülerinin pahalı olamayan, risksiz ve gerçek yaşamda pratik yapma imkânı vereceğinin düşünölmesi,
8. Öğretmenlerin, öğrencilerin anlamalarını ortaya koymada ve öğrencileri değerlendirmede sınırlı sayıda teknik kullanmaları, bu yüzden öğrencilerin anlamalarını değerlendirecek stratejilerin nasıl kullanılacağına dair bir örneğe ihtiyaç olduğudur.

#### **1.4. Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmanın temel amacı, asit-baz kimyasına yönelik hazırlanan bilgisayara dayalı Tahmin-Gözlem-Açıklama etkinliklerinin lise öğrencilerinin kavramsal anlamalarında nasıl bir gelişim ve değişim gösterdiğini araştırmaktır.

#### **1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Çalışmanın sınırlılıkları şu şekilde sıralanmıştır:

1. Bilgisayara dayalı hazırlanan TGA etkinlikleri asit-baz kimyası içinde yer alan kavramlarla sınırlı tutulmuştur.
2. Yapılan çalışmada karşılaştırmalı eğitim mantığı güdülmemesine rağmen, her iki örneklem grubu kendi içinde değerlendirilmiş sonrasında ise kendi aralarında karşılaştırma yapılmıştır. Bu bağlamda, çalışma her iki grubun kendi arasında yapılan karşılaştırmalarıyla sınırlı tutulmuştur.
3. Yapılan çalışmada evrene genelleme amacı yoktur. Ancak, her grubun kendi içerisinde genellemesi yapılmıştır. Bu bağlamda çalışma, grupların kendi içinde yapılan genellemelerle sınırlı tutulmuştur.
4. Hazırlanan etkinlikler Türkiye’de Trabzon’daki liselerden akademik başarı anlamında alt, orta ve üst seviyelerden seçilen toplamda 12 öğrencinin anlamasının derinlemesine incelenmesiyle sınırlıdır.
5. Hazırlanan etkinlikler ABD’de West Lafayette şehrinde yer alan bir lisede toplamda 5 öğrencinin anlamasının derinlemesine incelenmesiyle sınırlıdır.

#### **1.6. Araştırmanın Varsayımları**

Bu çalışmanın varsayımları şu şekilde sıralanmıştır.

1. Öğrencinin KİT, KH, çizimler, çizimler hakkında mülakat ve TGA’nın yazılı cevap gerektiren kısımlarına verdiği cevapların, kendi zihinsel yapısını yansıttığı,
2. Mülakatlardan, kelime ilişkilendirme testinden, kavram haritalarından, çizimlerden ve TGA’nın yazılı cevap gerektiren kısmından elde edilen bulguların öğrencilerin anlamaları hakkında bilgi verdiği,

3. Öğrencilerin mülakatta söyledikleri, kelime ilişkilendirme testine, kavram haritasına, çizimlere ve TGA'nın tahmin kısmına yazdıklarının anlamalarını samimi bir şekilde yansıttığı, varsayılmıştır.

### **1.7. Konu ile İlgili Araştırmalar**

Bu kısımda Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı, tahmin-gözlem-açıklama tekniği, kavramsal anlama, bilgisayar destekli öğretim, analogi ve asit ve bazlarla ilgili bilgiler çalışmanın amacı doğrultusunda incelenmiş ve sunulmuştur.

#### **1.7.1. Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme Kuramı**

Günümüzde öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini açıklayan birçok kuram vardır. Bu kuramlardan birisi de Yapılandırmacı öğrenme kuramıdır. Öğrencilerin zihinlerinin doldurulması gereken boş kaplar olmadığını, bilginin öğrencinin kafasına direk olarak aktarılamayacağını, öğrencilerin bilgileri kendi kafalarında önceki bilgi birikimlerini ve deneyimlerini de göz önüne alarak aktif olarak yapılandırdıklarını vurgulayan bu kurama; Wittrock, Piaget (1973), Bruner, Ausubel, Vygotsky ve von Glaserfeld (1984) gibi öğrenme psikologları ve eğitimciler fikirleriyle katkı sağlamışlardır (Osborne ve Wittrock, 1983; Bodner, 1990; Ayas vd., 1997; Shapperd, 1997; Çalık, 2006; Yıldırım, 2009). Öğrenme kuramının dayandığını temel epistemolojik ve psikolojik prensipleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

1. Öğrenciler kendi bilgilerini daha önceki bilgileri üzerine aktif olarak yapılandırır. Bu nedenle öğrencilerin ön bilgilerinin ortaya çıkarılması önemlidir (Driver ve Easley, 1978).
2. Öğrenciler, öğrenme ortamlarına daha önceki yaşamlarından kazandıkları ön bilgi ve deneyimlerle gelirler ve kendi öğrenmelerinden sorumludurlar. Öğrenme, öğrencilerin bu mevcut bilgi ve birikimlerini kullanarak yeni karşılaştıkları durumlara anlam vermesi sürecidir (Bodner, 1990; Yager, 1991; Hein, 1991; Driver ve Scott, 1996; Köseoğlu, Tümay ve Kavak, 2002).
3. Öğrenme sürecinde birey, öncelikle yeni bilgiyi algılar, algılanan bu yeni bilgi eski bilgilerle uyum içinde ise bilginin özümsemesi gerçekleşir. Eğer yeni bilgi

eski bilgilerle uyum içinde değilse öğrenci bu uyumsuzluğu ortadan kaldırmak için bilginin yeniden yapılandırılması yoluna gider. Öğrenci bu yeniden yapılandırma sürecinde; yeni elde ettiği deneyimi göz ardı edebilir, yeni elde ettiği deneyimi değiştirerek kabul edebilir veya kendi düşüncesini yeni deneyimi kabul edecek şekilde değiştirebilir ki öğrenciden beklenen de budur. Ayrıca, öğrenci öğrenme sürecinde dışarıdan herhangi bir bilgi girişi olamadan, sürekli bir denge durumu arayarak kendi kendine sorular sorup bu sorulara cevap bularak da bilgiyi yapılandırabilir (Osborne ve Wittrock, 1983; Bodner, 1986; Yager, 1991; Keser, 2003; Özbay, 2009).

4. Öğrencilerin mevcut bilgi ve birikimlerini yeni karşılaştıkları olaylara ve durumlara uygulama sürecinde uygun öğrenme deneyimlerine ihtiyaçları vardır; ancak, uygun öğrenme deneyimleri sağlanmasına rağmen öğrencilerin yeni deneyimleri yeterince kabul edemeyebileceklerini de kabul eder (Boddy vd, 2003).
5. Öğrenme kavramla ilgili ek uygulamaları gerektirir. Yeni uygulamalar öğrencinin konuyla ilgili bilgilerinin pekişmesini sağlar (Bodner, 1986; Özmen, 2004).
6. Bilginin öğrencinin zihninde kendi bireysel çabalarıyla yapılandırılmasının yansıra toplumun ve arkadaşlarının da bu konuda etkili olduğunu, öğrenmenin aynı zamanda sosyal bir süreç olduğunu savunur. Bundan dolayı, öğrenmenin sorgulayıcı tarzda yapılan konuşmalarla daha kolay gerçekleşeceğini iddia eder (Vidgotsky, 1987; Kearney ve diğerleri, 2001; Kearney, 2002, 2004; Özmen, 2004).
7. Öğrenciler mevcut bilgi ve tecrübelerini dikkate alarak yeni bilgilerini yapılandırır (Kearney, 2002).

Yapılandırmacı öğrenme kuramının prensiplerini dikkate alan çeşitli öğrenme modelleri (3E, 4E, 5E ve 7E modelleri) ve öğretim yöntem ve stratejileri bulunmaktadır (Ayas, 1995; Ayas vd, 1997; Köseoğlu, Tümay ve Kavak, 2002; Çalık, 2006; Yıldırım, 2009; Şahin, 2010). Bu çalışmada, öğrenme kuramıyla uyum içerisinde olan Tahmin-Gözlem-Açıklama stratejisi kullanıldığı için bundan sonraki bölümde TGA'nın öğrenme ortamlarında kullanılmasından ve bunun ile ilgili yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.



### 1.7.2. Tahmin-Gözlem-Açıklama Tekniği

Günümüzde hem öğrenme hem de öğretme tekniği olarak kullanılan TGA'nın temeli, bir hipotezin ifade edildiği ve bu hipotezin niçin doğru olabileceğiyle ilgili nedenlerin verildiği, hipotezle ilgili gerekli verilerin toplandığı ve sonuçların tartışıldığı klasik araştırma modeline dayanmaktadır. TGA yöntemi, Pittsburgh Üniversitesinde başlangıçta Gösteri-Gözlem-Açıklama (GGA) [DOE (demonstrate-observe-explanation)] olarak adlandırılan bir tekniğin geliştirilmiş halidir (Ross ve Munby, 1991; Atasoy, 2004; Kearney, 2002, 2004). TGA, öğrencilerin, hazırlanan bir etkinlikteki olayın veya durumun sonucunu tahmin etmelerini, tahminlerini gerekçeleriyle birlikte yazmalarını, olayı gözlemlmelerini ve tahminleri ile gözlemleri arasında herhangi bir farklılık olup olmadığını açıklamalarını gerektirmektedir. 3 aşamadan meydana gelen uygulaması aşağıdaki gibidir.

Tahmin aşamasında, öğrencilerden etkinlikte geçen olay hakkında tahmin yapmaları ve tahminlerini nedenleriyle birlikte açıklamaları istenir. Bu tür bir uygulama öğrencilere seçenekler sunularak yapılabileceği gibi açık uçlu bir soru sorulmak suretiyle de yapılabilir. Bu aşamada öğrenciler, incelenen etkinlikte geçen bir kavramla ilgili doğru tahmin yapıp yapmadıklarına bakmaksızın yaptıkları tahminlerini doğrulayacak gerekçeler sunabilirler. Öğrencilerin yaptıkları tahminlere verdikleri nedenler onların, incelenen olayla ilgili sahip oldukları ön bilgilerinin harekete geçirilmesi ve varsa kavram yanılgılarının ortaya çıkarılması açısından önem teşkil etmektedir (Searle, 1995; Driver, 1983). Ayrıca, tahminde bulunmak öğrencileri incelenen olay üzerine yoğunlaştırmakta, öğrencilerin sahip oldukları fikir ve inanışlar arasından konuyla ilgili olanların karar verilmesi konusunda öğrencileri teşvik etmektedir. (Gunstone, 1995; Atasoy, 2004; Kearney, 2004).

Gözlem aşamasında, öğrencilerin oluşturulan etkinlikte geçen olayla ilgili gözlem yapmaları sağlanır. Bu aşama, öğrencilerin yaptıkları tahminlerine dönüt sağlaması açısından önemlidir. Öğrenme kuramı açısından bakıldığında, öğrencilerin yaptıkları gözlemleri yazarak veya çizerek kaydetmeleri onların incelenen olayı veya durumu anlamalarının bir göstergesi olduğu, ayrıca sahip oldukları fikir ve inancın açığa çıkarılmasına katkı sağladığı ifade edilmektedir (Driver, 1983). Bundan dolayı, araştırmacı tarafından yapılan etkinlikte yer alan olayın, öğrenci tarafından kolaylıkla gözlenebilir şekilde olması ve ayrıca öğrencinin zihninde çelişki meydana getirebilecek nitelikte olması

gerektiği önerilmektedir (White ve Gunstone, 1992; Tao ve Gunstone, 1997). Ayrıca, bu aşamada öğrencilerin gözlemlerini dikkatli bir şekilde kaydetmeleri sağlanmalı ve gerekirse olay tekrarlatılmalıdır (Köseoğlu, Tümay ve Kavak, 2002). Gözlem aşamasında bu hususların dikkate alınması öğrencilerin her zaman doğru gözlem yapacakları anlamına gelmemektedir; çünkü öğrencilerin sahip oldukları bilgi birikimi, incelenen olayla ilgili yaptıkları tahminler, bu tahmine sundukları gerekçeler ve bu olaydan beklentileri, onların yaptıkları gözlemleri etkilediği ifade edilmektedir (White ve Gunstone, 1992; Liew ve Treagust, 1998; Kearney, 2002).

Açıklama aşamasında ise öğrencilerin, olayla ilgili tahminleri ile gözlemleri arasında meydana gelen çelişkili durumu ortadan kaldıracı açıklama yapmaları sağlanır. Öğrenci açıklamaları mülakatlar ile desteklenerek öğrenci anlamaları hakkında daha ayrıntılı bilgiler tespit edilebilir (Liew ve Treagust, 1998). Bu aşamanın öğrencilere zor gelebileceği ifade edilmektedir (Kearney, 2002; 2004)

TGA tekniği, bilgisayara dayalı olarak yapılan bu çalışmanın ana kısmını oluşturmaktadır. Çalışmada asit-baz kimyası ile ilgili öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri, yanlış anlama gösterdikleri konular hakkında dijital video görüntüleri, simülasyonlar ve animasyonlar hazırlanmıştır.

### **1.7.2.1. Tahmin-Gözlem-Açıklama'nın Öğrenme Ortamında Kullanılması**

TGA'nın öğrenme ortamlarında, laboratuvarlarda (White ve Gunstone, 1992; Atasoy, 2004), bilgisayar ortamlarında simülasyon olarak (Golberg ve Bendal, 1996; Tao ve Gunstone, 1999), dijital video görüntüleri çekilmiş deneyler kullanarak (Kearney ve diğerleri 2001; Kearney, 2002, 2004) ya da gösteri deneyi şeklinde (Liew, 1995; Liew ve Treagust, 1998) bireysel veya gruplar halinde kullanılabilir. Ayrıca yapılan çalışmalar TGA'nın öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemede (Champain ve diğerleri, 1980; Gunstone, Champain ve Klopfer, 1981), kavramsal değişimin sağlanmasında kullanılan etkili araçlar olduğunu göstermektedir (Tao ve Gunstone, 1999). Bu çalışmadaki TGA etkinlikleri ise öğrencilerin kavramsal anlamının sağlanması amacıyla kullanılmıştır.

### **1.7.2.2. TGA Stratejisinin Öğrencilerin Fikirlerini Ortaya Çıkarmada ve Kavramların Öğretilmesinde Bir Araç Olarak Kullanılması**

TGA stratejisi, bir durum ile ilgili bireylerin kendilerinde önceden var olan fikir ve düşüncelerin neler olduğunu bunların uygunluğu değerlendirmeden önce karar vermeleri konusunda cesaretlendirmektedir. TGA stratejisi aynı zamanda, yeni kavramların tanıtılmasında kullanılan etkili bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır ve bireylerin sahip oldukları kavramları anlama düzeylerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Driver, 1983; Gunstone, 1995; Kearney, 2002).

TGA'nın tahmin ve tahmin nedeninin açıklamasının istendiği aşamada, bireyler tahminlerini etkinlikte geçen kavramlarla ilgili yorumlarını temel alan nedenlerle doğrulayabilirler. Bireylerin fikirlerinin değerlendirilmesi sürecinde, onların tahmin nedenleri önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, bireylerin bir konuyla ilgili tahminlerinin farkında olmaları ve kendi fikirlerini ortaya çıkarmaları onların kendilerine olan güvenlerinin sağlanmasında da yardımcı olmaktadır (White ve Gunstone, 1992; Searley, 1995; Kearney, 2002, 2004).

TGA'nın gözlem aşaması, öğrencilerin yaptıkları tahminlerine bir dönüt niteliğinde olduğu için oldukça önemlidir. Yapılandırmacı öğrenme kuramı açısından bakıldığında, öğrencilerin, gözlemlerini not etmeleri kendi fikirlerinin açığa çıkmasında ve bu fikirlerin doğrulanması ve yanlışlaşmasına katkı sağlamaktadır (Driver, 1983; Kearney, 2002). Ayrıca, öğrencilerin gözlemlerini yazarak ya da çizerek kaydetmeleri onların ilgili konuyu nasıl anlamlandırdıkları hakkında bilgi vermektedir (Liew ve Treagust, 1995). Örneğin, White ve Gunstone (1992) ve Liew (1995) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin yaptıkları tahmin sonuçlarına göre, gözlemlerinde çeşitlilik olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Öğrencilerden bazılarının, gözlemlerini yazarken tahminlerinde kullandıkları kelimeleri kullanarak bir açıklama yaptıkları görülürken, bazılarının ise yaptıkları gözlemlerini reddederek, yaptıkları tahminleri doğrular açıklamalar yaptıkları görülmüştür.

### **1.7.2.3. Tahmin-Gözlem-Açıklama Tekniği Üzerine Yapılan Çalışmalar**

Liew (1995), yaptığı bir çalışmada sınıfların ısınması ve genişmesiyle ilgili sunulan bir olayın öğrenciler tarafından anlaşılmasını TGA yöntemini kullanılarak araştırmıştır. Çalışmada aynı zamanda öğrencilerin cevaplarının öğretmenlere, öğrencilerin anlamaları

ile ilgili bilgi toplama imkânını verdiği belirtilmiştir. Bunun için öğrencilere yapacakları deney açıklanmış ve onlardan ne olacağını tahmin etmeleri ve tahminlerini neden belirterek açıklamaları istemiştir. Çalışma sonunda:

1. Öğrencilerin gözlemlerle ilgili becerilerinin zayıf olmasına rağmen, onların daha önceki bilgi ve inançlarının gözlemlerini ve yeni bilgiyi yorumlamalarını etkilediği veri sonuçlarından kanıtlanmıştır. Öğrencilerin daha önceki bilgi ve inançlarını ve sonuç için tahminleri gözlemlerini etkilediği; öğrencilerin neyi görmeye eğilimlilerse deney esnasında onu gözlemlediği belirtilmiştir.
2. TGA'daki tahmin ve açıklama basamakları arasındaki çelişkinin ve uyumsuzluğun bir sonucu olarak öğrencilerin kendi kavramlarını yeniden yapılandırması ya da değiştirmesi için bazı öğrencilere fırsatlar sağladığı belirtilmiştir.
3. TGA tekniğinin öğrencilerin anlamalarını artırmada kullanılabilir bir öğretme tekniği olarak öğretmenlerin repertuarlarında bulunması gerektiği önerilmiştir.

Liew ve Treagust (1998), yaptıkları çalışmada öğrencilerin feni anlamalarını teşhis etmede ve öğrencilerin başarı seviyelerini belirlemede TGA tekniğinin etkililiğini araştırmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için çalışmada yorumlamalı (interpretivist) aksiyon araştırması yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışma verileri, yazılı TGA cevaplarından, sınıftaki öğrenci tartışmalarından, öğrencilerle yapılan mülakatlardan, portfolyolardan ve öğrenci günlüklerinden elde edilmiştir. Çalışma sonucunda,

1. Öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip oldukları,
2. TGA'nın açık uçlu formatta sorulduğu zaman, öğrencilerin tahminlerini ve gözlemlerini ortaya çıkarmada etkili olduğu,
3. TGA etkinliklerinin öğrencilerin başarılarını belgelemede ve öğrencideki ilerlemelerini ortaya çıkarmada etkili olabileceği belirtilmiştir.

Tao ve Gunstone (1999), işbirlikli öğrenmenin bilgisayar destekli kavramsal değişimi teşvik edip etmediği, ettiyse nasıl teşvik ettiğini araştırmışlardır. Bunun için fizikteki mekanik konusuyla ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarıyla yüz yüze gelmelerini sağlayacak simülasyonlar geliştirmişlerdir. Simülasyonlar TGA stratejisi göz önüne alınarak geliştirilmiştir. Hazırlanan TGA etkinlikleriyle kavramsal çatışma sağlanarak öğrencilerde kavramsal değişimin gerçekleşmesi amaçlanmıştır. Öğrenciler, tahminlerini, açıklamalarını ve gözlemlerini verilen çalışma kâğıtlarına yazmışlardır. Örneklemdeki öğrenciler ikiye bölünmüş gruplar halinde çalışmışlardır. Öğrencilerdeki kavramsal değişimi ölçmek için Kavramsal Test hazırlanmıştır. Test çoktan seçmeli test formatındadır; ancak

öğrencilerden cevaplarıyla ilgili açıklama yapmaları da istenmiştir. Hazırlanan bu test; ön test, son test ve geciktirilmiş test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin, etkinlikler yapılarak söyledikleri ses kayıt cihazlarına kaydedilmiştir. İkişer kişiden oluşan 7 grubun konuşma kayıtları analiz edilmiştir. Analiz sonucunda;

1. Bilgisayar destekli öğrenmenin öğrencilerde kavramsal değişimi sağladığı,
2. Kavramsal karmaşıklığın her zaman kavramsal değişimi sağlamadığı, bunun sağlanması için öğrencilerin kendi kavramlarını yansıtma ve yeniden inşa etmelerinin sağlanması gerektiği,
3. Öğrencilerin, bir etkinlikteki kavramsal karmaşayla yüz yüze geldiklerinde, bazı öğrencilerin bu karmaşıklığı göz ardı ettiği, bazılarının ise bu karmaşıklığı çözümlenerek yeni kavramı yeniden yapılandırdıkları,
4. Kavramsal değişimi sağlamada öğrencilerin grup arkadaşlarından öğrenmesinin ve grup arkadaşlarıyla yaptıkları tartışmaların onlarda kavramsal değişimi sağlamada etkili olduğu, sonucuna varılmıştır.

Kearney ve diğerleri (2001), yaptıkları çalışmada fen bilimlerinde yeni bir gelişme olan bilgisayar destekli Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) hakkında öğretmen ve öğrencilerin algılarını ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Bilgisayar destekli TGA'daki (BDTGA) etkinlikler gerçek yaşamda karşılaşılan tehlikeli, yapılması zaman gerektiren, pahalı ve zor olan senaryoların dijital video görüntülemelerini içermektedir. Çalışmadaki bilgisayar programı Kearney tarafından öğrencilerin hareket ve kuvvet konusunda hazırlanmıştır. Çalışmada bilgisayar ortamında öğrencinin verdiği cevaplar bilgisayar tarafından daha sonra analizi yapılmak üzere kaydedilmiştir. Çalışmanın örneğini 18 kız öğrencinin bulunduğu 11. sınıf fizik öğrencileri ve bunların bayan öğretmenleri ile 26 erkek öğrencinin bulunduğu 10. sınıf fen öğrencileri ve bunların erkek öğretmenleri oluşturmaktadır. Çalışmada 16 TGA etkinliği kullanılmıştır. Veri toplamak amacıyla katılımcı gözlem, toplanmış dokümanlar, ses ve video kayıtları, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve testler gibi genel olarak nitel veri toplama teknikleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda:

1. Bilgisayar destekli TGA'nın fen bilimleri eğitimde TGA stratejisinin kullanılmasında yeni gelişmeler sunduğu,
2. BDTGA'nın öğrencilere TGA etkinliklerinin kontrolünü sağladığı, kendi fikirleri üzerinde tartışmaları için onlara zaman verdiği ve kendi fikirlerini yansıtma için teşvik ettiği,

3. Tahmin basamağında gerçek yaşamdaki ve ilginç olayları göstererek öğrencilerin kendilerini rahat ve güvende hissetmelerini sağladığı,
4. Öğrencilere olaylar dijital video ortamında sunulduğu için öğrenciler sunulan olayları kontrol edebilmesi için zaman verildiği,
5. Öğrencilerin dijital video kliplerini (görüntüleme) gerçekçi buldukları, rapor edilmiştir.

Kearney (2002), doktora tez çalışmasında, iki lise sınıfında yer alan öğrencilerin hareket konusundaki ön bilgilerini ortaya çıkarmak ve geliştirmek amacıyla bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri geliştirmiştir. Çalışmada 16 dijital video görüntüsü içeren etkinlik bulunmaktadır. Etkinlikler TGA stratejisi içerisinde sunulmuştur. Örneklemdeki öğrenciler, çiftler halinde çalışmışlardır ve öğrencilerin etkinlik için verdikleri cevaplar bilgisayara kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda:

1. Çiftler halinde çalışan öğrencilerin bilgisayar ortamındaki TGA etkinlikleri sayesinde hareket konusundaki kavramlarının başarılı bir şekilde ortaya çıkarıldığı ve kaydedildiği rapor edilmiştir.
2. Dijital video görüntüsü çekilerek yapılan bu çalışmanın fen bilimlerinde yeni bir program olduğu ve TGA'nın farklı bir şekilde uygulanmasına olanak sağladığı ifade edilmiştir.
3. Yine çalışma sonucunda, programın öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin bilgilerinin ortaya çıkarılmalarında tahmin, tahmin sebebi ve gözlem basamaklarının etkili olduğu ifade edilmiştir.
4. Çalışmada kullanılan çizimlerin açık uçlu olmasından dolayı zengin veri sağladığı belirtilmiştir.

Kearney (2004), doktora tezinin bir kısmını yayımladığı başka bir çalışmasında BDTGA'nın küçük öğrenci gruplarının öğrenme konuşmalarını kolaylaştırmaları üzerine odaklanmıştır. Çalışmadaki etkinlikler öğrencilerin eğitimden önceki fizik kavramlarını ortaya çıkarmak için teşhis edici bir araç olarak öğrencilere çiftler halinde uygulanmıştır. Çalışmanın amacında TGA'yı teknoloji ortamında anlamayı inceleme aracı olarak kullanmak ve öğrencinin görüşlerini yansıtmayı ve onların sahip oldukları kavramlar hakkında tartışmalarını kolaylaştırmak vardır. Veri toplama araçları olarak; katılımcı gözlemci, doküman toplama, ses ve video kayıtları; yarı yapılandırılmış mülakatlar ve

öğrenci anketleri; öğretmenlerle sık sık tekrarlanan informal mülakatlar ve sınıf ziyaretleri esnasında toplanan dokümanlar, kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda:

1. TGA stratejisinin öğrencilerin bakış açıklarını ortaya çıkarmada iyi bilinen bir araç olduğu ve öğrencilere öğrenmeleri için fırsat sağladığı,
2. Bilgisayar destekli TGA'nın öğrencilerin TGA'nın basamaklarını kontrol etmede yardımcı olduğunu, gözlem basamağında yapılan etkinliği defalarca izleme imkânı verdiğini,
3. Öğrencilerin arkadaşlarıyla aralarında geçen konuşmalar sonucunda öğrenmelerin gerçekleştiği, özellikle tahmin, tahminin sebebinin yazıldığı ve gözlem basamaklarında,
4. Öğrencilerin açıklama basamağında zengin konuşmalar yapamadıkları, rapor edilmiştir.

Köseoğlu, Tümay ve Kavak (2002), yaptıkları çalışmada, lise öğrencilerine ve öğretmen adaylarına kaynama olayını öğretmek amacıyla Tahmin Et–Gözle–Açıkla (TGA) yöntemine göre bir etkinlik hazırlamış ve hazırlanan bu etkinliği kimya öğretmen adaylarına uygulamıştır. Çalışma, 42 kimya öğretmen adayıyla yürütülmüştür. TGA öğretim yönteminin etkinliği araştırmacılar tarafından uygulama esnasında yapılan nitel gözlemler ve öğrencilerle yapılan mülakatlarla değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda TGA yöntemiyle hazırlanan etkinliğin kaynama olayı ve ilgili kavramların öğretilmesinde etkili olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar, Yapılandırmacı öğrenme teorisine dayanan TGA yönteminin eğitime sağladığı katkıları şu şekilde rapor etmiştir:

1. TGA yöntemi öğrencilerin ilgisini çekmiş ve motivasyonlarını artırmış; kimyaya karşı tutumlarını daha pozitif bir yönde etkilemiştir.
2. Yöntem öğrencilerin bazı temel kavramları derinlemesine öğrenmelerine yardımcı olmuştur;
3. Yöntem öğretmen adaylarının öğrenme teorisine dayanan pratik, öğrenci merkezli ve araştırmaya dayalı bir öğretim yöntemini anlamalarına yardımcı olmuştur.

Köse, Coştu ve Keser (2003), yaptıkları çalışmada, TGA yöntemini araştırmacılara ve öğretmenlere tanıtmayı ve bu yönteme uygun lise sınıflarında “Elektromanyetizma, Kaynama ve Fotosentez” konularında örnek birer etkinlik geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu amaç kapsamında etkinliklerin geliştirileceği konuların belirlenmesine yönelik olarak fizik, kimya ve biyoloji öğretmenleri ve bu dersleri alan öğrencilerle mülakatlar yürütülmüştür. Mülakatlardan elde edilen veriler ışığında ilgili konularda öğrencilerin kavram yanılıklarını

ortaya çıkarmaya yönelik TGA yöntemine uygun birer etkinlik geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda TGA yöntemiyle hazırlanan etkinliklerin öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla öğretmen ve araştırmacılar tarafından kullanılmasının etkili kavram öğretiminin sağlanmasında yararlı olacağı ifade edilmiştir. Çalışmada geliştirilen etkinliklerin uygulanmasına yönelik bulgular elde edilmemiştir. TGA yönteminin bu çalışmada sunulan boyutu daha çok anlamayı araştırma yöntemi olarak uygulanmasını içermektedir. Fakat TGA yönteminin öğretim sürecinde güçlük çekilen konuların öğretiminde kullanılması açısından da oldukça önemli olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Akgün ve Deryakulu (2007), yaptıkları çalışmada düzeltici metin ve TGA stratejisinin bireysel ya da grupla kullanımının, öğrencilerin bilişsel çelişki düzeyleri ve kavramsal değişimleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 73 üniversite öğrencisinin katıldığı çalışmada deneysel yöntem kullanılmıştır. Kavram yanlışlığı tanı testi, bilişsel çelişki düzeyi ölçeği ve kimya tutum ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen veriler, ANCOVA ve ANOVA kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda:

1. Kavramsal değişim stratejisine göre geliştirilen materyallerin, TGA stratejisine göre geliştirilen materyallere göre öğrencilerin kavram değişimini sağlamada ve kimyaya karşı olumlu tutum geliştirmede daha etkili olduğu,
2. Ortaklaşa çalışan öğrencilerin daha çok kavramsal değişim gerçekleştirdiklerini, bilişsel çelişkiye yönelik ilgilerinin daha yüksek, kaygılarının ise daha düşük olduğunu göstermiştir.

Tatlı (2011), yapmış olduğu tez çalışmasında etkileşimli bir sanal kimya laboratuvarı geliştirmiştir. Sanal kimya laboratuvarının geliştirilmesinde TGA stratejisi kullanılmıştır. Çalışmada konu olarak 9. sınıf kimya müfredatında yer alan “kimyasal değişimler” ünitesi ele alınmıştır. Çalışmanın örneklemini 90 lise 9. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada deneysel yöntem kullanılmıştır. Kimyasal Değişimler Ünitesi Başarı Testi, Kimya Dersine Yönelik Tutum Testi, Laboratuvar Araç Gereçlerini Tanıma Testi, Öğretim Felsefesi Anketi, yarı yapılandırılmış mülakat, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış gözlemler kullanılarak veri toplanmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin yapılan deneylerle birlikte makro-mikro ve sembolik boyutlarını inceleme fırsatları buldukları ortaya çıkmıştır.



Tablo 1. TGA'ya dayalı yapılan bazı çalışmalar

Araştırmacı	Konu/ Kavram	Örnekleme/ Veri toplama araçları	Yöntem Uygulama	Hedef	TGA'ya yönelik sonuçlar
Liew (1995)	Sıvıların ısınması ve genişmesi	18 fizik 11.yıl öğrencisi, Öğrencilerin TGA kâğıtları	Nitel	Sıvıların ısınması ve genişmesi ile ilgili anlamalarını ortaya çıkarmak	TGA tekniği öğrencilerin anlamalarını artırmada, kendi kavramlarını yeniden yapılandırmada kullanılabilecek bir öğretme tekniğidir.
Liew ve Treagust (1998)	Suyun genişmesi, tuz çözeltileri	18 fizik 11.yıl öğrencisi, Yazılı TGA cevapları, öğrenci tartışmaları, mülakat, portfolyo ve öğrenci günlükleri	Nitel	Öğrencilerin anlamaları ve başarı seviyelerinin belirlenmesinde TGA etkinliklerinin etkililiğini açığa çıkarmak	TGA, kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmasında etkilidir. Öğrencilerin başarı seviyelerini tespit etmede kolaylık sağlamaktadır.
Russell, Lucas ve McRobbie (2004)	Termal denge	11. sınıf fizik öğrencisi 15 öğrenci, mülakat ve öğretmen günlükleri	Deneysel	MBL kullanarak öğrencilerin anlamalarını geliştirmek	TGA stratejisini MBL'de uygulamanın öğrencilerin kendi fikirleri üzerinde düşünmelerine olanak sağladığı sonucuna varılmıştır.
Tao ve Gunstone (1999)	Mekanik	10. sınıf öğrencisi 14 kişi (7 adet ikiyeşerli grup), Kavramsal Test (ön, son ve geciktirilmiş), ses kayıtları	Deneysel	Hazırlanan simülasyonların kavramsal değişimi sağlayıp sağlamadığını araştırmak	Hazırlanan simülasyonların öğrencilerdeki kavramsal değişimi sağladığı, öğrencilerin grup arkadaşlarından öğrenmelerinin sağlandığı sonucuna varılmıştır.
Kearney ve diğerleri (2001)	BDTGA hakkında öğretmen ve öğrencilerin algılamaları	11. sınıf fizik öğrencisi 18 kişi, 10.sınıf fizik öğrencisi 26kişi, Katılımcı gözlem, toplanmış dokümanlar, ses ve video kayıtları, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve testler	Özel durum	BDTGA hakkında öğretmen ve öğrencilerin algılamalarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır	BDTGA'nın fen bilimlerinde yeni bir gelişme olduğu, öğrencilerin TGA'nın basamaklarını kontrol edebildiklerini, kendi fikirlerini ortaya çıkarmada TGA'nın etkili olduğu, gözlem aşamasında defalarca videoların izlenebildiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 1'in devamı

Kearney (2002,2004)	Mekanik	11. sınıf fizik öğrencisi 18 kişi, 10.sınıf fizik öğrencisi 26kişi, Katılımcı gözlem, toplanmış dokümanlar, ses ve video kayıtları, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve testler	Özel durum	Öğrencilerin kendilerinin ve grup arkadaşlarının öğrenmeye etkisini araştırmak.	Öğrencilerin kavramlara mantıklı açıklamalar yaptıkları, Öğrencilerin açıklama basamağında zengin konuşmalar yapamadıkları, Birçok öğrencinin grup arkadaşıyla yaptıkları öğrenme konuşmalarının bir sonucu olarak bazı fikirlerini değiştirdiği sonucuna varılmıştır.
Köseoğlu, Tümay ve Kavak (2002)	Kaynama	Kimya öğretmenliği öğrencileri, 42 öğrenci, TGA yazılı kâğıtları, mülakatlar	Deneyssel	Kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak	TGA öğrencilerin bazı temel kavramları derinlemesine öğrenmelerine yardımcı olmuştur. TGA'nın uygulanması öğrencilerin kimyaya karşı tutumlarını daha pozitif bir yönde etkilemiştir.
Köse, Coştu ve Keser (2003)	Elektromanyetizma, Kaynama ve Fotosentez	Lise fizik, kimya ve biyoloji derslerini gören öğrenciler	Teorik	TGA yöntemini tanıtmak ve fizik, kimya, biyoloji alanında örnek etkinlik geliştirmek.	Çalışmada geliştirilen etkinliklerin uygulanmasına yönelik bulgular elde edilmemiştir.
Akgün ve Deryakulu (2007)	Maddenin yapısı	73 üniversite öğrencisi Kavram yanılgısı tanı testi, bilişsel çelişki düzeyi ölçeği ve kimya tutum ölçeği,	Deneyssel	Düzeltilmiş metin ve TGA stratejisinin bireysel ya da grupla kullanımının, öğrencilerin bilişsel çelişki düzeyleri ve kavramsal değişimleri üzerindeki etkisini araştırmak	Kavramsal değişim stratejisine göre geliştirilen materyallerin, TGA stratejisine göre geliştirilen materyallere göre öğrencilerin kavram değişimini sağlamada ve kimyaya karşı olumlu tutum geliştirmede daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.
Smith, Edionwe ve Michel, 2010	İletkenlik ölçümlü titrasyon	30 lise öğrencisi	Kuvvetli asit-kuvvetli baz, zayıf asit-kuvvetli baz titrasyonlar TGA stratejisine göre yapılmıştır.	Çalışmaya katılan öğrencilerin etkinlilerin dayandığı prensip ve kavramları iyi bir şekilde anladıkları sonucu ortaya çıkmıştır.	-
Tatlı, 2011	Kimyasal değişimler	90 lise öğrencisi Kimyasal Değişimler Ünitesi Başarı Testi, Kimya Dersine Yönelik Tutum Testi,	Deneyssel	Sanal kimya laboratuvarı geliştirmek, uygulamak ve değerlendirmek.	Yapılan deneylerle birlikte makro-mikro ve sembolik boyutlarını inceleme fırsatları buldukları ortaya çıkmıştır.

Tablo 1 incelendiğinde, TGA ile yapılan çalışmaların genelde fizik alanında, öğrencilerin kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak, öğrencilerde kavramsal değişimi sağlamak ya da öğrencilerin bir konu hakkındaki anlamalarını ortaya çıkarmak veya anlamalarını geliştirmek amacıyla yapıldığı görülmektedir. Çalışmalara katılan öğrenci grupları genelde çiftler halinde çalıştırılmıştır. Öğrencilerin grup arkadaşlarıyla yaptıkları tartışmalar sonucunda, kendi fikirlerinde nasıl bir değişim olduğu incelenmiştir. Son zamanlardaki TGA uygulamaları bilgisayar destekli olarak yapılmıştır. TGA etkinlikleri bilgisayar ortamında simülasyonlar hazırlanarak ya da dijital video görüntüleri çekilmiş etkileşimli bilgisayar programları kullanılarak hazırlanmıştır. Simülasyonların kullanıldığı çalışmalarda simülasyonlar TGA'ya uygun olarak verilmiştir. Dijital video olarak yapılan çalışmalarda ise tahmin- gözlem ve açıklama kısımlarını her birinin bilgisayar ortamında yapılması ve öğrencinin bu aşamaları kontrolünün sağlanmasıyla uygulanmıştır.

Bu tez çalışmasında, öğrencilerin asit-baz kimyasıyla ilgili kavramsal anlamalarını geliştirmek amacıyla, öğrencilerin bireysel kullanımına uygun animasyonlar, simülasyonlar ve dijital video görüntüleri hazırlanmıştır. Hazırlanan bilgisayar programında öğrencilerin her bir aşamayı kontrol etmesi sağlanmıştır. Ayrıca, hazırlanan diğer TGA etkinliklerinden farklı olarak TGA'ya "Tanımlama" adı verilen ve Tahmin-Gözlem-Açıklama dizininden önce gelen bir kısım da eklenmiştir.

### **1.7.3. Kavramsal Anlama**

Fen bilimlerindeki yenilikler ve buluşlar ülkelerin gelişmesine büyük katkılar sağlamaktadır. Bundan dolayı; bütün uluslar fen bilimlerinin gelişmesine ve eğitimine büyük önem vermekte, bu konuda çalışmalarını yoğunlaştırmaktadırlar (Ayas, 1995).

Hızla gelişen ve değişen dünyamızda kimya alanında ortaya çıkan bilgileri öğrenmek son derece önemlidir. Bireylerin, günlük hayatta karşılaşılan kimyasal olayları anlamlandırabilmesi, bilinçli bir vatandaş olabilmesi, görsel ve yazılı medyada yer alan kimya ile ilgili haberleri anlayabilmesi için belirli bir düzeyde kimya okuryazarlığına sahip olması gerekmektedir (Ayas ve diğerleri, 1997; Gilbert ve Treagust, 2009; Davidowitz ve Chittleborough, 2009). Yapılan çalışmalar, etkili bir kimya öğrenimi için mikro- makro ve sembolik seviyedeki olaylar arasında etkili bir bağlantının kurulması ve kavramların öğretimi üzerinde durulması gerektiğini rapor etmektedir (Ben-Zvi, Eylon, ve Silberstein, 1986; Ayas ve Demirbaş, 1997; Kozma ve Russell, 1997; Gabel, 1998; Andaç ve

Akaygün, 2004; Cheng ve Gilbert, 2009). Bu noktadan hareketle, etkili bir kimya öğretimi ve öğrenimi için bireylerin kavramsal anlamalarının sağlanmasına yönelik çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varılabilir. Kavramsal anlamamanın sağlanabilmesi için de makro, mikro ve sembolik boyuttaki olayların birbirleriyle ilişkili olarak sunulması gerektiği ifade edilebilir. Bundan dolayı bundan sonraki kısımda makroskobik, mikroskobik ve sembolik seviyenin ne demek olduğu, kavramsal anlamayla ilişkilerinin ne olduğu irdelenecek ve ilgili çalışmalara yer verilecektir.

### **1.7.3.1. Makroskobik, Mikroskobik ve Sembolik Seviye**

Jonhstone (1993), makroskobik, mikroskobik ve sembolik seviyedeki olayları bir üçgenin köşelerine benzetmektedir. Makroskobik seviyedeki olaylar gözlenebilir, somut olaylar olarak tanımlanırken; mikroskobik seviyedeki olaylar atom, molekül ve kinetik olayları tanımlamaktadır. Üçgenin diğer bir köşesini oluşturan sembolik seviye ise sembolleri, eşitlikleri, stokiyometri ve matematiksel işlemleri içerdiği ifade edilmektedir (Jonstone, 1993; 1995; Johnson, 2000).

Yapılan çalışmalar, lise öğrencilerinin kimyadaki makroskobik-mikroskobik-sembolik seviyedeki gösterimleri anlamada, bunları transfer etmede kavramsal güçlüklerle sahip olduklarını göstermiştir (Andersson, 1986; Ben-Zvi, Eylon, ve Silberstein, 1986, 1987, 1988; Johnstone, 1993; Nakhleh ve Krajcik, 1994; Gabel, 1998, 1999; Treagust ve Chandregasan, 2009; Talanquer, 2011). Öğrencilerin çektikleri bu güçlükleri, şu şekilde sıralamak mümkündür:

1. Makroskobik seviyedeki olaylarla ilgili deneyim eksikliği (bu seviyedeki deneyler ya öğrencilerin anlayacağı açıklıkta yapılmamış ya da yeterince örnek sağlanmamış olabilir) (Gilbert ve Treagust, 2009).
2. Mikroskobik seviyede öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları onların bu seviyeyi yeterince anlamamalarına neden olmuş olabilir. Ayrıca, öğrencilere mikro boyutta öğretilen bilgilerin dilinin de oldukça önemli olduğu ifade edilmektedir (Gilbert ve Treagust, 2009).
3. Sembolik seviye, mikroskobik ve makroskobik seviye arasında bir arabuluculuk görevi üstlenmektedir. Öğrenciler, uzmanlara göre daha az etkili olarak terimleri kümelenendirirler. Bu yüzden, element, atom, molekül gibi terimleri anlatırken

kullanılan sembollerin belirgin olup olmaması, öğrencilerin bu seviyedeki karmaşık olayları anlamlarını zorlaştırmaktadır (Gilbert ve Treagust, 2009).

Kimyadaki kavramsal anlama, öğrencilerin makro, mikro ve sembolik boyuttaki olayları birbirleriyle ilişkilendirmeleriyle yakından ilişkilidir (Taber, 2000; Andaç ve Akaygün, 2004). Öğrencilerden moleküler düzeyde düşünceleri ve makro seviyedeki değişimleri atom ve moleküller arasındaki etkileşimi dikkate alarak açıklamaları beklenir. Buna karşın yapılan araştırmalar göstermiştir ki öğrenciler moleküler seviyede düşünceleri teşvik edilse bile bu seviyedeki olayları anlamada sıkıntı yaşamaktadırlar. Öğrencilerin, genelde makroskobik seviyedeki olayları mikroskobik ve sembolik seviyedeki olaylara göre daha iyi anladıkları, bazen makroskobik olaylardaki fiziksel özellikleri mikroskobik seviyeye de uygulayabildikleri ortaya çıkmıştır (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; Nakleh ve Krajcik, 1994; Gilbert ve Chandrasegaran, 2009). Öğrencilerin sembolik seviyede, eşitlikleri, sembolleri ve formülleri doğru yazmalarına karşın, bunların anlamını açıklamakta zorluk çektikleri rapor edilmiştir. Buna ilaveten, öğrenciler yeterli kavramsal anlamalara sahip olmasalar bile geleneksel sınavlarda doğru cevaplar verebildikleri (Nurrenberg ve Pickering, 1987), benzer şekilde kavramsal anlamalara sahip olmasalar bile matematiksel ya da cebirsel soruları çözebildikleri bildirilmiştir (Metz ve Smith, 1992).

Bu çalışmada bahsedilen: a) makro seviyedeki gösterimler, maddelerin gözlenebilir özellikleri olarak tanımlanmaktadır. Örneğin; pH, renk değişimi, çökelek oluşumu, gaz çıkışı vs. b) mikro seviyedeki gösterimler, atom, moleküler ve iyonlardan oluşan tanecikli seviyedeki açıklamaları sağlamak amacıyla yapılmaktadır. c) sembolik seviyedeki gösterimler, kimyasal sembolleri, formülleri ve eşitlikleri, grafikleri, moleküler seviyedeki çizimleri içermektedir.

#### **1.7.4. Bilgisayar Destekli Öğretim**

Eğitim alanında yüzyıllardan beri sayısız teknoloji kullanılmıştır. Eğitim alanında kullanılan ilk teknolojik gelişme yazının icadıdır. Daha sonra matbaanın icadı ve kitapların çoğaltılması ve bunların eğitim teknolojisi olarak kullanılması, sonraki yüzyıllarda ise, evden okula bir eğitimin başlaması ve son olarak da eğitimde elektronik teknolojinin kullanılması aşamaları gelmektedir.

Elektronik teknolojinin ilk aşaması Skinner 1954'te yayınladığı bir makalesinde makinenin bir insandan daha güvenilir ve etkili bir şekilde öğretim gerçekleştirebileceğini rapor etmiştir. İkinci aşaması 1960'larda kişiselleştirilmiş sistem geliştirilmiştir. Üçüncü aşaması bilgisayar destekli öğretimin geliştirilmesidir.

“Bilgisayar destekli öğretim” bilgisayarların, ders içeriğinin sunulmasında, problem çözüme, öğretilenlerin tekrar edilmesinde, dönüt verilmesinde, değerlendirilmesinde; hazırlanan ses, görüntü, animasyon ve videolarla öğrencilerin derse karşı dikkatlerinin çekilmesinde, ön bilgilerin ve yanlış anlamaların ortaya çıkarılmasında; bireysel veya grup olarak öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olmasında bir öğretme-öğrenme aracı olarak kullanılmasına denilmektedir (Liew ve Treagust, 1998; Odabaşı, 1998; Stephens, Bull ve Wade, 1998; Baki ve Öztekin, 2001; Kearney ve diğerleri, 2001; Kearney, 2002, 2004; Arıcı ve Dalkılıç, 2006; Akçay ve diğerleri, 2007).

#### **1.7.4.1. Bilgisayar Destekli Öğretim Uygulamaları**

Bilgisayar destekli öğretim ders sunumu, alıştırma, uygulama diyalog, eğitsel oyun, hikâye, benzetim ve test gibi değişik şekillerde yapılabilmektedir. Bu çalışma kapsamında, benzetim ve eğitsel hikâye üzerinde durulacaktır. Benzetim ile ilgili yapılan literatür incelendiğinde, benzetimin, tecrübe edilmesi uzun zaman alan, doğrudan gözlenmesi zor yada tehlikeli olan olayların ve deneylerin bilgisayar ortamında gerçekleştirilerek olayların öğrencilerin gözünde canlandırılması, somutlaştırılması ve hareket unsuru katarak onların daha iyi anlamalarına yardımcı olması olarak ifade edilmektedir (Varol, 1996; Ayas ve diğerleri, 1997; Odabaşı, 1998). Bu tür uygulamalarda animasyonlar, simülasyonlar ve videolar büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple, bundan sonraki kısımda bununla ilgili bilgilere yer verilecektir.

#### **1.7.4.2. Bilgisayar Destekli Animasyon, Simülasyon ve Dijital videolar**

Animasyonlar, benzer olayları gözlemlenebilir hale getirmek için kullanılan, olay veya süreçlerin benzeri ve temsili olan, bilgisayar ekranında hızla değişen ve izleyenlere hareketliymiş gibi görünen bir dizi resimdir (Large, 1996; Akkoyunlu, 1998; Ünal, 2007). Simülasyonlar, yine gerçek bir durumun temsil edilmesi ve gerçeğe uygun modelinin

geliştirilmesi olup doğrudan gözlenemeyen veya algılanması zor olan, laboratuarda gösterilmesi tehlikeli veya pahalı olan, çok hızlı veya çok yavaş gerçekleşen olayların veya durumların bilgisayarlarda canlandırılarak gösterilmesine denilmektedir (Ayas ve diğerleri, 1997). Dijital videolar ise bireylere videolarla ilgili açma-kapama özelliklerinden daha fazlasını sunularak kullanıcıya ileri, geri, durdurma, ilerletme gibi daha fazla etkileşim fırsatı veren videolardır (Kearney ve diğerleri, 2001; Kearney, 2002, 2004).

Animasyonların kimya öğretiminde faydalı birer araç olduğu vurgulanmaktadır. Araştırılan çalışmalarda simülasyon ve animasyonların faydalarını aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz:

1. Kavram öğretimini ve kavramsal anlamayı kolaylaştırmaktadır. Kavramsal değişimin gerçekleşmesine ve öğrenci başarısının artmasına yardımcı olmaktadır (Williamson ve Abraham, 1995; Russel ve diğerleri, 1997; Burke, Greenbowe ve Windschitl, 1998; Handal, Leiner, Gonzalez ve Rogel, 1999; Sanger ve Greenbowe, 2000; Stieff ve Wilensky, 2003; Marcano ve diğerleri, 2004; Coleman ve Fedosky, 2006).
2. Öğrencilerin açıklamalarının gelişmesine katkı sağlamaktadır (Kelly ve Jones, 2007)
3. Öğrencilerin mikro boyuttaki olayları zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olmaktadır (Sanger, Campbell, Fekler ve Spencer, 2007).
4. Kavram yanlışlarının giderilmelerinde etkili olmaktadır (Hameed, Hackling ve Garnett, 1993; Sanger ve Greenbowe, 2000).
5. Simülasyonlar kullanılarak pahalı araç-gereçlerin kullanılması, laboratuvar ortamında tehlikeli olabilecek deneylerin yapılması ve zaman alacak etkinliklerin yapılması dezavantajları bertaraf edilmektedir.
6. Öğrencilerin daha çok teorik sorular sormasını, bilimsel cevaplar vermesini, eleştirel düşünmeyi ve ayrıca kendi bilgilerini kendilerinin inşa etmelerini sağlamaktadır (Stieff ve Wilensky, 2003; Winberg ve Berg, 2007; Pekdağ, 2010).
7. Moleküler seviyedeki olayları anlamak için hazırlanan simülasyonlar, öğrencilerin kavramsal sorulara daha etkili cevaplar verdiklerini göstermiştir. (Sanger, Phelps ve Fienhold, 2004)
8. Bilgisayar simülasyonları veya animasyonlarla öğrenciler çalışmak istedikleri konu üzerinde güvenli bir şekilde, zaman sıkıntısı olmadan tekrar tekrar çalışabilir ve daha fazla deneyim kazanabilirler. Bu durum onların kendilerine güvenlerini

artırır, üzerinde çalıştıkları konu üzerine odaklanmalarını ve motive olmalarını sağlar. Ayrıca, öğrenciler daha az rehberlik ve yardıma ihtiyaç duyarlar (McDermott, 1990).

9. Flash animasyonlarında öğrenci istediği yerde animasyonu durdurulabilir, bazı detayları daha yakından ve ayrıntılı görme fırsatı bulabilir (Vermaat vd., 2003).

Videoların kullanılması ile ilgili elde edinilen faydaları şu şekilde sıralamak mümkündür:

1. Olayların yorumlanmasında, zihinde canlanmasında ve bellekte tutulmasında katkı sağlamaktadır. Öğrencilerin olayları öğrenmesinde olumlu bir etkiye sahiptir (Kumar, 1991; Hagen, 2002)
2. Öğrencilerin başarısı üzerine olumlu bir etkiye sahiptir (Michel, Roebbers ve Schneider, 2007).
3. Öğrencilerin olayları tekrar tekrar izlemesine imkân vermektedir (Kearney, 2002, 2004).
4. Öğrencilerin kavram yanlışlarını ve ön bilgilerini ortaya çıkarmada kullanılmaktadır (Kearney ve diğerleri, 2001; Kearney, 2002, 2004).
5. Quick Time gibi programlar kullanarak hazırlanan videolarla, öğrenci istediği yerde videoyu durdurulabilir, bazı detayları daha yakından ve ayrıntılı görme fırsatı bulabilir (Kearney ve diğerleri 2001; Vermaat vd., 2003; Kearney, 2002, 2004).

#### **1.7.4.3. Bilgisayar Destekli Öğretim ile Yapılan Çalışmalar**

Son yıllarda bilgisayar destekli öğretimin geleneksel yöntemle karşılaştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar farklı örneklem grubuna yönelik olmaktadır. Bu kısımda, yurtiçi ve yurt dışında bilgisayar destekli eğitimle ilgili yapılan meta analizlere yer verilecektir.

Camnalbur ve Erdoğan (2008), 1998-2007 yılları arasında yurt-içinde yapılan bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin araştırıldığı çalışmalarında meta-analiz yöntemi kullanarak 72 adet çalışmayı nicel olarak analiz etmişlerdir. Çalışmadaki yayınlar, yüksek lisans ve doktora tezlerinden, elektronik olarak yayınlanan dergilerden ve üniversitelerin kataloglarından, kongre ve sempozyum kitaplarında yayınlanan bildirilerden elde edilmiştir. Meta-analizde, farklı öğretim



kademelerinde yer alan ve farklı gruplarda yer alan (deney ve kontrol grubundaki) örneklemin büyüklüğü, standart sapma ve anlamlılık değeri araştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda:

1. Toplamda, deney grubunda 2536, kontrol grubunda 2560 öğrenci bulunduğu, en yüksek örneklem gruplu çalışmanın 2006 yılında, Ankara’da, ilköğretimin ikinci kademesindeki fen derslerinin birinde yürütüldüğü,
2. Bilgisayar destekli eğitim alan deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının, geleneksel yöntemle eğitim alan kontrol grubu öğrencilerden daha yüksek olduğu,
3. Öğrencilerin, bilgisayar destekli yapılan dersleri sevdiğini,
4. Bilgisayar destekli yapılan eğitimde daha kısa sürede öğrenmelerin gerçekleştiği, sonucuna varılmıştır.

Kulik, Bangert ve Williams (1983), yaptıkları çalışmada bilgisayar destekli eğitimin etkililiğini araştırmak için meta analiz tekniğini kullanmışlardır. İncelenen 51 çalışmadaki örneklem grubu lise öğrencilerini kapsamaktadır. Çalışmalar seçilirken, bilgisayar destekli eğitimin türü (eğitim ve uygulama, ders sunumu, bilgisayar yöntemli öğretme, problemleri çözmek için bilgisayar programlama), derslerin süresi ve bilgisayarın geleneksel eğitime ek veya onunla yer değiştirip değiştirmediği gibi kriterlere bakılmıştır. Çalışmada, bilgisayar destekli eğitim nasıl etkilidir? Belirli öğrenci ya da belirli sonuçlar için mi etkilidir? Hangi koşullar altında daha etkili olmaktadır? gibi sorulara yanıt aranmıştır. Çalışma sonucunda:

1. Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin final sınav puanlarını artırdığı,
2. Uygulamalardan birkaç ay sonra yapılan başka bir testte, az olmakla birlikte yine öğrencilerin başarılarında bir artış olduğu gözlenmiştir. Ancak buradaki sonuçlar uygulamadan hemen sonra yapılan kadar açık değildir.
3. Öğrencilerin bilgisayara ve işlenen derse karşı olumlu bir tutum gösterdikleri ortaya çıkmıştır.
4. Kısa ve uzun süreli çalışmalar incelendiğinde kısa süreli çalışmaların daha pozitif bir etkiye sahip oldukları bulunmuştur.

Lowe (2002), 1980-1998 yılları arasında yapılan 5 meta-analiz çalışmasını inceleyerek, bilgisayar destekli eğitimin bireyler üzerindeki etkililiğini belirlemeyi amaçlamıştır. Meta-analize 1964- 1997 yılları arasında yayınlanan 247 adet çalışma dahil edilmiştir. İncelenen çalışmalardaki örneklem grupları ilköğretimden üniversiteye kadar

uzanan geniş bir yelpazeye sahiptir. Meta-analizdeki çalışmalardan iki tanesinin örneklem grubu ilköğretimden üniversiteye kadar olan öğrencileri, iki tanesi sadece üniversite öğrencilerini, diğer bir tanesi ise, temel yetişkin ve teknik eğitim alan öğrencileri kapsamaktadır. Meta-analizler incelenirken, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin final sınav puanları; öğrencilerin davranış ve başarıları arasındaki ilişki; öğrencilerin bilgisayara karşı, işlenen konuya ve verilen eğitime karşı tutumları; işlenen bilgisayar destekli eğitim türü (ders sunumu, benzetim, alıştıırma ve uygulama, problem çözme), eğitimi veren kişinin önyargısı ve verilen eğitimin süresi, göz önüne alınmıştır. Çalışmada incelenen 5 meta-analiz ile ilgili aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır:

1. Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu bir şekilde etkilediğini, buna neden olarak da bilgisayar destekli eğitimde ve geleneksel yöntemle işlenen derste kullanılan kontrol altına alınmamış eğitimsel yöntemin etkisi veya içerikten kaynaklanmış olabileceği gösterilmiştir.
2. Birçok eğitimci kullanılan eğitimsel yöntemin öğrencilerin başarılarında önemli olduğunu vurgulanmıştır. Bilgisayar destekli eğitim, geleneksel eğitim ile karşılaştırılması esnasında bilgisayar destekli eğitim ve geleneksel eğitim haricindeki bütün değişkenler kontrol altına alınmadıkça, elde edilen sonuçların sınırlı geçerliliği olduğu vurgulanmıştır.
3. Bilgisayar destekli yapılan eğitimin geleneksel yöntemle göre yapılan eğitimle karşılaştırıldığında daha az zaman aldığı ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni olarak da bilgisayar destekli yapılan eğitimdeki etkinliklerin daha organize bir şekilde yapılmış olmasından ve geleneksel yöntemdeki eğitim esnasındaki soru ve cevaplarda daha fazla zaman harcanmış olabileceği yönündedir.
4. Bilgisayarın birçok eğitimcinin düşündüğünün aksine her derde deva olan bir ilaç olmadığı sonucuna varılmıştır.
5. Zaman ve mekân gibi özelliklerin sınırlılıklarını ortadan kaldırmasına rağmen bilgisayarın tek başına yeterli bir araç olmadığı rapor edilmiştir.

#### **1.7.5. Asit ve Bazlarla ilgili yapılan Çalışmalar**

Bu kısımda, asit-bazlarla ilgili yapılan çalışmalar “Konu/Kavram, Örneklem/Veri toplama araçları/Yöntem, konulara yönelik sonuçlar, kavram yanılgıları” başlıkları altında tablo şeklinde verilmiştir. Sonrasında ise yapılan bu çalışmalar özetlenmiştir.

Tablo 2. Asit-bazlarla ilgili yapılmış çalışmalar

Araştırmacı	Konu/ Kavram	Örneklem/ Veri toplama araçları/ Yöntem	Konulara yönelik sonuçlar	Kavram Yanılgıları
Cros ve diğerleri (1986)	asit ve baz fenomenleri	Fransa’da iki farklı üniversitenin 1.sınıflarında okuyan 400 öğrenci yarı yapılandırılmış mülakat ve test yöntemi	Öğrencilerin iyi bir formal tanım bilgisine sahip olduğu bulunurken “asit-baz reaksiyonu esnasında ısı açığa çıkar gibi yetersiz somut olgusal kavramlara sahip oldukları bulunmuştur. Öğrencilerin asit-baz bilgileriyle günlük olayları arasında bağlantı kuramadığı ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin sahip oldukları baz kavramının asit kavramından daha az geliştiği gözlenmiştir. Öğrencilerin çoğunluğu pH terimini tanımlarken cebirsel ifade kullanmamıştır.	Asit-baz reaksiyonu esnasında ısı açığa çıkar. Asitler bazlardan daha zehirlidir. Asidik maddeler sindirilemez.
Cros ve diğerleri (1988)	Asit-baz fenomenleri	1986’da yapılan çalışmada kullanılan örneklem ve testin değiştirilmiş bir versiyonu	Daha fazla öğrencinin asit, baz ve pH kavramlarının tanımlarını bilimsel olarak yaptıklarını bulmalarına rağmen öğrencilerin bazları isimlendirmelerinde bir gelişme görülmemiştir. Bazlarla ilgili verilen bilimsel tanımlarda Lowry-Bronsted tanımlarının % 43’ten % 63’e, Arrhenius tanımlarının %14’ten % 25’e arttığı belirlenmiştir. Daha önceki tanımlamada asit için pH<7 ifadesi bilimsel olan tanımla yani asit H iyonu açığa çıkarır ya da çıkartılabilir ifadesiyle yer değiştirilmiştir.	-
Hand ve Treagust (1988)	Asit-baz	10. sınıf öğrencileri	Öğrencilerin bu konuyla ilgili kavram yanılgılarına sahip olduklarını belirlemiştir	Asitler metalleri eriten ya da yanan maddelerdir. Bir maddenin asit olup olmadığını anlamının tek yolu o maddenin tadına bakmaktır. Nötralizasyon bir asidin bozunmasıdır ya da asit olmanın değişimidir. Baz bir asidin parçasıdır. Kuvvetli asitler metalleri zayıf asitlerden daha hızlı eritir.

Tablo 2'nin devamı

Hand (1989).	Asit-baz kavramları	Lise öğrencileri	Öğrencilerin büyük çoğunluğunun asit ve bazlarla ilgili kabul edilebilir bilimsel bakış açısına sahip oldukları gözlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin kimyaya karşı ilgi ve davranışlarının geliştiğini gözlemişlerdir.	-
Hand ve Treagust (1991)	Asit ve baz kavramları	Lise öğrencileri	Kavramsal çatışma yöntemini kullanan öğrencilerin dönem sonu test sonuçlarının, geleneksel metotla öğretilen öğrencilerden daha iyi sonuç aldıklarını tespit etmiştir.	-
Ross ve Munby (1991)	iyonlar, bazlar, nötralizasyon, pH ve gündelik asit-baz fenomenleriyle	34 öğrenci çoktan seçmeli test klinik mülakat ve "gösteri-gözlem-açıklama	Konuyla ilgili üretilen bazı alternatif kavramlar belirlenmiştir	Konsantrasyon ve kuvvetlilik aynı şeydir. Kuvvetli bir asit, zayıf bir asitten daha yüksek bir pH'a sahiptir. Kuvvetli bir asit, bir metalle reaksiyona girdiğinde zayıf bir asidin yapabileceğinden daha fazla hidrojen açığa çıkarır. Yanıcı maddeler asittir. Keskin ve güçlü kokulu bütün maddeler asittir.
Schmidt (1991)	Nötralizasyon	Test ve grup tartışması 7500 Alman lise öğrencisi	Araştırmada öğrencilerin birçoğunun nötralizasyon kavramını sanki sadece kuvvetli asit ve bazın reaksiyonundan oluşuyormuş gibi düşündüğünü ortaya çıkarmıştır.	Nötralizasyon teriminin saklı bir ikna edici gibi davranarak "nötralizasyon ürünü nötr bir çözeltilidir" kavram yanlışlığına yol açtığını tespit etmiştir.
Schmidt (1995, 1997)	Lowry-Bronsted teorisi	Lise öğrencileri	Alternatif kavramlar belirlenmiştir	Konjuge asit-baz çiftlerinin + ve - iyonlarının birbirini nötralize ettiği kavram yanlışlığına sahip olduğunu bulmuştur.

Tablo 2'nin devamı

Nakhleh ve Krajcik (1994)	Titrasyon	14 lise öğrencisi MBL, pH metre, indikatör, Mülakatlar Video kayıtları	MBL grubundaki öğrencilerin tamamının KH'nın diğer gruplara göre daha olumlu değişiklikler gösterdiği bulunmuştur. Ayrıca MBL grubundaki öğrencilerin KH'sında daha fazla uygunsuz bağlantı yaptığı tespit edilmiştir.	pH zararlılıkla ters orantılıdır ve bazlar zararlı değildir. Kabarcıklar ya da kaynama, kuvvetlilik ya da bir reaksiyonun işaretidir. Asit-bazların kendilerine özgü renkleri ve yoğunlukları vardır. Moleküller savaşı birleşir ve fenoltalein nötralleşmeye yardımcı olur. Asitler metalleri eritir. pH fenoltalein, kimyasal bir reaksiyon ve yoğunlukla alakalı bir sayı olarak adlandırılan bir bileşiktir.
Smith ve Metz (1996)	Asitlerin kuvveti, çözelti kimyası ve mikroskopik gösterimlerini çizimleri	73 üniversite öğrencisi 22 yüksek lisans öğrencisi 11 fakülte elemanı	Asitlerin kuvveti hakkındaki kavram yanlışlarının mezun seviyedeki ayrışmaların gösterimini yapamadıklarını tespit etmişlerdir. Birçok öğrenci kuvvetliliği sözel olarak ifade ederken, kesin olarak fenomeni açıklayamamış yada tarif edememiştir.	Birçok öğrenci zayıf asidin, zayıf bağlara sahip olduğunu düşünmüştür suda kısmi iyonlaşmasına rağmen.
Shapperd (1997)	Asit-baz konusu	16 lise öğrencisi MBL, OHM, KİT, TGA ve çizim	Öğrencilerin zorlandıkları alanların pH kavramı, nötralizasyon, kuvvetlilik ve asit-bazların teorik tanımlamaları olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin birçoğunun kavramları çözelti konusuyla ilişkilendiremediği ve mikroskopik düzeyde gerçekleşen olayları açıklayamadıkları ortaya çıkmıştır.	Öğrencilerin asit-baz kavramlarını doğru bir şekilde açıklayamadıkları ve formal eğitim tarafından değiştirilemeyen alternatif kavramlara sahip oldukları ortaya çıkarılmıştır
Shapperd (2006)	titrasyon	16 Amerikan öğrencisi nitel ve mikrobilgisayara dayalı etkinlikler	Öğrencilerin pH, nötralizasyon, kuvvetlilik ve asit-bazların teorik açıklaması gibi konularda hatırı sayılır zorluklara sahip oldukları bulunmuştur. Öğrencilerdeki bu zorlukların nedeni onların kimyasal değişim ve maddenin doğası gibi bazı kimya konularını anlayamamaları olarak gösterilmiştir.	-

Tablo 2'nin devamı

Bradley ve Mossimage (1998)	Asit-baz teorileri, özellikleri, kuvveti pH'nın fonksiyonu, denge, moleküler gösterim	üniversite 1., 2.,3. ve son sınıfında öğrenim gören toplam 53 öğretmen adayı 20 soruluk bir test	Kavram yanlışları belirlenmiştir.	Asidik kuvvetliğin sırası artar. Asidik çözeltiler kırmızı turnusol kâğıdını mavkiye dönüştürür. Bütün tuzların sulu çözeltileri nötrdür. İndikatörler bir asidin kuvvetli ya da zayıf olup olmadıklarını anlamak için kullanılır. İndikatörler asit çözeltilerinin özelliğini daha bazik olanlara doğru nötralize ederler.
Ayas ve Özmen (1998)	asit-baz	135 öğrenci anket-test karma yöntemi	ilköğretim ve lise müfredatında yer alan "asitler ve bazlar" konusunun günlük hayattaki asit-baz olayları ile bağdaştırılmadan verildiği ortaya çıkmıştır.	-
Geban, Ertepinar ve Topal (1998)	Asit ve baz konusundaki kavramları	41 lise birinci sınıf öğrencisi kavram başarı testi Benzeşme yöntemi	Yapılan analiz sonuçlarından benzetme yöntemini kullanan deney grubu ile geleneksel yöntemin kullanıldığı kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları şu şekilde rapor edilmiştir.	Konsantrasyonla asit veya bazın kuvvetliliği aynı şeydir. Herhangi bir asidin proton kaybetmesi çekirdeğinden proton kopması anlamına gelir. Asit yada baz içeren herhangi bir çözeltiyi buharlaştırmak veya seyreltmek ortamdaki mol sayısını değiştirir.
Özmen, Demircioğlu ve Ayas (2001)	Asit-baz	-	Öğrencilerin sahip oldukları ön bilgiler ve daha sonraki bilgiler için temel oluşturduğundan ön bilgilerin ve kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve öğretim etkinliklerinin ve yöntemlerinin öğrencilerin yanlışlarını giderecek yönde düzenlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin bilimsel olmayan ön kavramlarının değiştirilmesinde etkisiz olduğu belirtilmiştir.	Nakhleh ve Krajcik, Ross ve Munby, Geban ve diğerleri ve Hand ve Treagust'un çalışmalarında belirtilen asit ve bazlarla ilgili kavram yanlışları rapor etmiştir. Yukarıdaki çalışmalarda bu çalışmalardaki kavram yanlışları açıklandığı için bir daha yazılmayacaktır.

Tablo 2'nin devamı

Demircioğlu, Özmen ve Ayas (2001)	Asitler ve bazlarla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi	40 kimya öğretmen adayı 20 soruluk bir test	Asitler ve bazlar ünitesi çerçevesinde yer alan bazı özelliklerle ilgili yanlış ve yetersiz anlamalara sahip oldukları rapor edilmiştir.	pH değeri arttıkça asitliğin artar; İndikatörler renk değişimlerini daha iyi gözlemleyebilmek için kullanılır; konsantre asit seyreltilmiş asittir, şeklindeki benzer kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.
Çakır, Uzuntiryaki ve Geban (2002)	Asitler ve bazlar konusundaki kavramları anlamaları	61 lise ikinci sınıf öğrencisi Çoktan seçmeli test	Kavram haritalarının asitler ve bazlar konusu ile ilgili öğrencilerde bulunan kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili bir değiştirme stratejisi olduğu buna karşılık kavram değişim metinleri ve geleneksel metotların öğrencilerin kavram yanlışlarının değişmesinde etkili olmadığı saptanmıştır.	-
Morgil ve diğerleri (2002)	Asit- baz tanımları, pH, pOH, kuvvetlik, özellikler, nötralleşme, amfoterlik, tuz oluşumu, indikatörler ve derişimler	40 kimya öğretmen adayı Kimya Başarı Testleri (KBT)	Kullanılan farklı türdeki madde türleri karşılaştırıldığında çoktan seçmeli ve kısa cevap gerektiren testler arasında kısa cevap gerektiren test lehine bir fark bulunduğu belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir.	Proton alabilen maddeler asittir Asitler turnusol kağıdını maviye çevirirler. Sulu çözeltilerinin tadı ekşidir. Turnusol kâğıdını kırmızıya çevirirler. Proton verebilen maddelerdir. Kuvvetli baz, pOH'sı büyük olan bazdır. pOH büyüdükçe baz kuvveti artar. pOH=0 olan çözelti elde edilemez.
Özmen ve Demircioğlu (2003)	Asitler ve bazlar konusu kavram yanlışlarının tespiti ve bu yanlışların giderilmesi	60 lise 2. sınıf öğrencileri Test Kavramsal değişim metinlerinin	Öğrencilerde kavramsal değişimin gerçekleşmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Öğretim öncesinde öğrencilerin sahip oldukları ön bilgi ve yanlış anlamaların belirlenmesi ve öğretim etkinliklerinin planlanmasında bu ön bilgi ve yanlış anlamaların dikkate alınması gerektiği ortaya konulmuş ve öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilebilmesi için çeşitli yöntemlerin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.	Asitler her türlü şeyi yakar ve eritirler. Tüm asitler ve bazlar zararlı ve zehirlidir. Tüm nötralleşme çözeltileri sonucunda oluşan tuz çözeltilerinin pH'sı daima 7'dir. Kuvvetli bir asit suda iyonlarına ayrılmaz. Çünkü molekül içi bağları kuvvetlidir. Asit ve bazlar içine atılan metali eritip yok ederler. pH arttıkça asidik özellik artar. Kuvvetli bir asit daima konsantre bir asittir.

Tablo 2'nin devamı

Demircioğlu (2003)	Asit ve bazlar	4 kimya öğretmeni, 190 lise ikinci sınıf öğrencisi, Kavram Başarı Testi", "Bilişsel İşlem Beceri Testi", öğretmen anket, mülakatları	Konuların kavram boyutuna ağırlık veren ve bunu gerçekleştirmek için öğrencilerin gruplar halinde ya da bireysel olarak gerçekleştirebileceği etkinlikler, mikroskobik düzeydeki olayları makroskobik olarak zihinlerinde canlandırmalarına imkân sağlayacak değişik türden çizimlerin ve benzetmelerin yer aldığı rehber materyallerin geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin araştırılan kavramlarla ilgili sahip oldukları yanlış anlamalarının derinlemesine belirlenmesi için öğrencilerin her biri ile ya da her sınıftan seçilecek belli sayıdaki öğrenci ile derinlemesine mülakatların yapılmasının daha etkili olacağı belirtilmiştir.	-
Yılmaz ve Ayas (2004)	asit, baz ve indikatör kavramlarında	34 öğretmen adayı TGA	Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun, titrasyon kavramına tamamen yabancı olduklarının görüldüğü belirtilmiştir.	Öğrenciler asit, baz çözeltilerinin özelliklerine ilişkin tam bir anlamaya sahip olmadığı, renk değişimi tahminlerinin, homojenlikle ilişkilendirilmeye çalışıldığı ve homojenlik kavramına dair bir çok yanlışının olduğu tespit edilmiştir.
Canpolat ve diğerleri (2004)	Elektrokimya, asit ve bazlar ve maddenin tanecikli yapısı	Literatür araştırması,	Zoller; Smith ve Metz; ve Carr 'ın yaptığı çalışmalarda tespit edilen kavram yanlışlarına yer verilmiştir	pH sadece asitliğin bir ölçüsüdür, bazlığın değil. Konsantrasyon, asitlik yada bazlık kuvvetinin bir ölçüsüdür. Eş değerlik noktası ve dönüm noktası aynı şeydir. Hidrojen iyonu içeren bütün maddeler asittir. Titrasyonlarda, asit ya da bazdan birinin zayıf olması durumunda nötrleşme tam olarak gerçekleşmez. Kuvvetli asitler, kuvvetli bağlara sahip oldukları için ayrışmazlar.
Demetrouti ve diğerleri (2004)	asit-baz dengesi	12. sınıf Yunan öğrencileri 20 soruluk bir test	Araştırmacılar, öğrencilerin bu konuyla ilgili kavram yanlışsın sahip olduklarını ve iyonlaşma ve ayrışma, Lowry-Bronsted asit-baz tanımı, iyonik denge, nötralizasyon, pH, tampon çözeltiler ve iyonlaşma dereceleri gibi konularda çeşitli zorluklara sahip olduklarını rapor etmişlerdir.	-



Tablo 2'nin devamı

Kousathana ve diğerleri (2005)	asit-baz dengesi	lise son sınıfta öğrenim gören 119 üniversite adayı test	Öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Asit-baz modellerinin gelişimi arasındaki ilişki ve öğrencilerin asit-baz iyonik dengesindeki kavram yanlışları bilimin tarihsel ve felsefi bakış açısından değerlendirilmeye çalışılmıştır.	Öğrencilerin Arrhenius asit-baz modeline daha aşına oldukları Birçok öğrencinin Lowry-Bronsted modelini anlamadığı ve yanlış açıklamalar kullandığı Suyun iyonlaşma dengesinin önemli olduğunun ve hesaplamalara katılması gerektiğini, Çok düşük asit konsantrasyonu olsa bile pH değerini belirlemek için sadece asidin iyonlaşmasının hesaba katılacağı sonuçları rapor edilmiştir.
Demircioğlu , Ayas ve Demircioğlu (2005)	Asit-baz	66 lise 2.sınıf öğrencisi	Kavramsal çatışma stratejisine dayalı geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin asit-bazlar konusundaki kavram yanlışlarını düzeltmede geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğu sonucu bulunmuştur. Öğrencilerin asit-bazlar konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının günlük yaşamdaki tecrübelerinden kaynaklandığı bulunmuştur.	Asitler her şeyi yakar ve eritir. Bütün asitler ve bazlar zararlı ve zehirlidir. pH attığında asitler zararsız olur ve bazlar zararlı değildir. pH asitliğin bir ölçüsüdür. Bütün tuzlar nötrdür. Tuzların pH değeri yoktur. Bütün nötralizasyon reaksiyonları sonucunda ortamda ne $H^+$ ne de $OH^-$ iyonu vardır. Kuvvetli bir asit daima konsantre bir asittir. pH değeri arttığında asitlik değeri artar. İndikatörler nötralizasyona yardım ederler. Hidrojen iyonu içeren maddeler asit, hidroksil iyonu içeren maddeler bazdır.
Morgil ve diğerleri (2005)	asit ve bazlar	20 soruluk bir test	Öğrencilerin 3 boyutlu görme yeteneklerinin, bilgisayara karşı tutumlarının ve öğrenme stillerinin öğrencilerin test sonuçlarına etki etmediği tespit edilmiştir.	-
Tamer (2006)	Kavramsal değişim metinleri, Benzeştirme	Lise ikinci sınıf öğrencileri, Kavram Testi, Kimya Dersi Tutum Ölçeği, mülakatlar	Kavramsal değişim metinleriyle uygulanan benzeştirme yönteminin, asit ve bazlar konusyla ilgili kavramların daha iyi anlaşılmasında ve kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel yöntemden daha etkili olduğu bulunmuştur.	-

Tablo 2'nin devamı

Pınarbaşı (2007)	Asit-baz, hidroliz	91 öğretmen adayı, Açık uçlu diagnostik testler ve mülakatlar	Öğretmen adaylarının kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.	Saf suyun pH'sı daima 7'dir. Aşırı derecede seyreltilmiş bir asit çözeltisinin pH'sı 7'den yukarı olabilir. Bütün tuzlar nötrdür. Hidroliz, maddelerin su tarafından iyonlara ayrışması olarak düşünülüyor.
Daşdemir ve diğerleri (2008)	İndikatörler, Asit-bazların elektriksel iletkenlikler, asit- sudaki çözeltilerine H <sup>+</sup> bazların OH <sup>-</sup> iyonu vermesi	55 ilköğretim 8. Sınıf öğrencisi, Animasyon tekniği, başarı testi, öğrenci düşünce skalası,	Animasyon ile öğretim yapılan deney grubunun, kontrol grubuna göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.	-
Özmen, Demircioğlu ve Coll (2009)	Asit-baz	Lise öğrencileri Kavram başarı testi Kavram haritaları Laboratuvar etkinlikleri	Öğrencilerin yapılan öğretimden önce kavram yanlışlarına sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Yapılan öğretimin çocukların asit-bazlarını kolaylaştırdığı sonucuna varılmıştır.	Kuvvetli asitler bütün metallerle reaksiyona girerek H <sub>2</sub> gazı oluşturabilirler. Elektroliz ve hidroliz kavramları aynıdır. pH değeri artarsa asitlik artar. pH asitliği ölçmenin tek yoludur. Kuvvetli bir asit, molekül içi bağları kuvvetli olduğu için suda çok fazla çözünmez. Bütün nötrleşme reaksiyonlarında pH=7'dir.
Boz (2009)	Asit-bazların makroskopik özellikleri, nötrleşme, kuvvetlilik ve konsantrasyon	38 kimya öğretmen adayı, Test ve mülakatlar	Öğretmen adaylarının asit-bazların makroskopik özellikleri ile ilgili alternatif kavramlara sahip olmadığı sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının nötrleşme kavramıyla ilgili alternatif kavramları bulunmaktadır. Ayrıca, bu kavramla ilgili anlamalarının yüzeysel olduğu sonucuna varılmıştır. Nötrleşme kavramını gündelik hayatla ilişkilendirilememiştir.	Bazı öğretmen adaylarının asitlerin tadını acı, bazların tadını ekşi olduğunu ifade etmişlerdir. Nötrleşme reaksiyonları her zaman nötr çözeltilerin oluşmasına neden olur. Tuzlar nötrdür. Konsantre asit kuvvetli asittir. pH kuvvetliliğin bir ölçüsüdür.
Çökelez, 2010	Asit-baz reaksiyonları	286 Fransız, 242 Türk lise öğrencisi, test.	Nötrleşme kavramı, Türk öğrenciler için analitik bir içerik taşıırken, Fransız öğrenciler için eşitlik anlamında olduğu ortaya çıkmıştır.	-

Tablo 2'nin devamı

Rahayu ve diğeri, 2011	Asit-baz	74 lise öğrencisi, başarı testi, kendini değerlendirme testi,	Öğrenci merkezli uygulanan araştırma yaklaşımının öğrencilerin asit bazlarla ilgili anlamalarına olumlu katkısı olduğu sonucuna varılmıştır. Uygulanan etkinlikler ile öğrencilerin kendi başarılarına, öğrenme ortamına ve beklentilerine karşı olumlu bir algılamaya sahip oldukları sonucuna varılmıştır.	-
---------------------------	----------	---------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

Tablo 2’de yer alan bilgiler özetlendiğinde, yurtdışı ve yurtiçinde asit ve bazlarla ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında, 1980’li yılların sonunda öğrencilerin kavram yanlışlarını ölçmek amacıyla yapıldığı görülmektedir. Ayrıca, yapılan ilk çalışmalarda öğrencilerin kavram yanlışları belirlendikten sonra bu yanlışları gidermeye yönelik öğretimin yapıldığı görülmektedir (Cross ve diğerleri, 1986, 1988; Hand ve Treagust, 1988, 1989; Ross ve Munby, 1991; Bradley ve Mossimage, 1998). Yapılan ilk çalışmalar bütün asit-baz kimyasına yönelik iken daha sonraki yıllarda yapılan çalışmaların konularında bir indirgenme görülmekte, araştırmacılar belirli asit-baz konuları üzerinde çalışmaya başlamaktadırlar (Schmidh, 1991, 1995, 1997; Nakhleh ve Krajcik, 1993, 1994; Shapperd, 1997, 2006). Ülkemizde 1990’lı yılların sonunda başlayan çalışmalarda da yine, kavram yanlışlarının tespiti ve kavram yanlışlarını gidermeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Buna ilaveten, yurt dışında yapılmış çalışmalardan elde edilen kavram yanlışlarını açıklayan literatür çalışmaları, bu konunun günlük hayatla ilişkilendirilmesine yönelik çalışmaların yapıldığı da görülmektedir. Genel olarak yapılan çalışmalarda çoğunlukla test ya da test mülakat yöntemi kullanılmış, deneysel çalışmalar yapılmış, kullanılan öğretimin geleneksel öğretime karşı anlamlı bir farklılığı olup olmadığı araştırılmıştır (Ayas ve Özmen, 1998; Geban, Ertepinar ve Topal, 1998; Özmen, Demircioğlu ve Ayas, 2001; Demircioğlu, Özmen ve Ayas, 2001; Çakır, Uzuntiryaki ve Geban, 2002; Morgil ve diğerleri, 2002; Demircioğlu, 2003; Özmen ve Demircioğlu, 2003; Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu, 2005; Tamer, 2006). Son yıllarda ise teknolojinin işe koşularak bilgisayar destekli öğretimin geleneksel yöntem üzerindeki etkisi araştırılmıştır (Morgil ve diğerleri, 2005; Daşdemir ve diğerleri, 2008).

İlgili literatür sonuçlarına bakıldığı zaman, yapılan çalışmalarda öğrencilerin kavramsal anlamalarının incelenmediği görülmektedir. Literatürdeki bu açığı gidermek amacıyla bu çalışmada, asit-baz kimyası ile ilgili, öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde derinleme bir araştırma yapılmıştır. Hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinlikleriyle öğrencilerin kavramsal anlamalarının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bundan sonraki kısımda, bazı TGA etkinliklerinde hikâyesel analogi kullanıldığı için analogi ile ilgili literatüre yer verilecektir.

### 1.7.6. Analoji

Analojiler, yazılı dokümanlarda, dinsel yorumlarda, filozofik tartışmalarda ve bilimsel konuşmalarda, bilimsel bilginin ilerlemesi ve yaratılmasında kullanılan eski iletişim yollarından biridir. Analojiler, zor kavramları basitleştirmede, daha az bilinen kavram, olay ya da nesnelere daha fazla bilinenlerle karşılaştırarak soyut bilgileri somut kılmada kullanılmaktadır (Nercessian, 1992; Mintzes, Wandersee ve Novak, 1997). Analojilerde açıklanması plânlanan hedef kavram bilinen kavramlarla anlatılmaya çalışılır. Açıklanması beklenen alışkın olunmayan durum, bilinen olayların benzerlikleri kullanılarak anlatılmaya çalışılır. Açıklanacak olay ya da kavram “hedef kavram” olarak tanımlanır. Benzeyen kavram, “kaynak, analog, anchor, vehicle” olarak tanımlanır.

Bilginin bireylerin kişisel inşası olarak kabul edildiği bir dünyada, bilim adamları analojileri öğrencilerin bilgilerinin yeniden yapılandırılmasında yararlı bir araç olduğu vurgulanmaktadır (Mintzes, Wandersee ve Novak, 1997). Özellikle, analojilerdeki önceden bilinen bilgiler (analog) yeni elde edilmek istenilen bilgilerin üzerine inşa edilmesi, analojileri öğrenme kuramı içerisinde önemli bir yere koymaktadır (Witrock, 1985; Duit, 1991; Çalık, 2006). Ayrıca, bu kuramındaki stratejiler analojileri, beklenmeyen fikirleri daha mantıklı ve anlaşılır kıldığı için desteklemektedir (Cosgrove ve Osborne, 1985).

#### 1.7.6.1. Analojilerin Kullanılma Sebepleri, Avantaj ve Dezavantajları

Analojiler, kimya eğitiminde değişik sebeplerle kullanılmaktadır. Analojilerin kullanılma sebepleri olarak, öğrencilerin aşına oldukları fikirler aracılığıyla aşına olmadıkları fikirler arasında bağlantı kurmak, zor bir kavramı ya da konuyu basitleştirmek, farklı bir yaklaşım sağlamak ve eğlenmek olarak ifade edilebilir. İlgili literatür incelendiğinde, analojilerin kullanımının avantaj ve dezavantajlarının olduğu rapor edilmektedir. Aşağıda, bu literatürden alınan avantajlar ve dezavantajlar bulunmaktadır:

Analojilerin kullanılmasından elde edilen avantajları şu şekilde sıralamak mümkündür:

1. Analojiler öğrencilerin ön bilgilerinin dikkate alınmasını sağlamaktadır. Böylelikle kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Duit, 1991; Geban vd, 1998).

2. Kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olduğu rapor edilmiştir (Stavy, 1991; Bilgin ve Geban, 2001).
3. Kavramsal değişimin gerçekleşmesinde etkili bir öğretim aracıdır (Duit, 1991; Dagher, 1994; 1995).
4. Öğrencilerin uzun süreli anlamalarına pozitif bir etkisi bulunmaktadır (Tsai, 1999).
5. Hedef kavram ve analog arasındaki farklılıklar üzerinde vurgu yapılması öğrencilerin hedef kavram için daha teferruatlı kavramlar geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Mintzes, Wandersee ve Novak, 1997).
6. Fen eğitiminde kullanılan analogjiler öğretimin kalitesini artırmaktadır (Canpolat ve diğerleri, 2004).
7. Analogjiler, gerçek dünyadaki örneklerine işaret ederek soyut kavramların öğrencilerin zihinlerinde somutlaşmasına yardımcı olur (Duit, 1991; Canpolat ve diğerleri, 2004).
8. Yeni öğrenmeleri daha somut ve daha akılda kalıcı yapar (Spiro, 1985).
9. Düşük bilişsel seviyeye sahip öğrenciler için daha etkili olduğu söylenebilir (Gabel ve Sherwood, 1980; Sarantopoulos ve Tsaparlis, 2004).

Analogjilerin kullanılması ile ilgili dezavantajları şu şekilde sıralamak mümkündür:

1. Analogjilerinin mesajının her zaman açık olmadığından dolayı, öğrencilerin bazen ana noktaları yorumlamakta zorluk çektikleri ya da yanlış yorumladıkları rapor edilmiştir (Orgill ve Bodner, 2004).
2. Bir analogjide, analog ile hedef kavram birbirine tam olarak birbiriyle örtüşmemektedir. Bu durum öğrencilerin yanlış anlamalarına yol açabilmektedir. Ayrıca, hedef kavram ve analog arasındaki potansiyel ilgisiz ilişkiler ve özellikler üzerinde odaklanma da yanlış genellemelere ve tahminlere yol açabilmektedir (Duit, 1991; Mintzes, Wandersee ve Novak, 1997).
3. Öğrencilerin rahatça anlayabilecekleri kavramlar için analogi yöntemi kullanılmasına ihtiyaç olmayabilir.
4. Benzeyen ve hedef kavram arasında benzeyen ve benzemeyen yönler ayrıntılı bir şekilde anlatılmadığı zaman, bu durum öğrencilerde kavram yanılgısına yol açabilir (Webb, 1985).

### 1.7.6.2. Analojik Öğretim Stratejileri

Bilim adamları analogilerin öğretimi için farklı stratejiler geliştirmişlerdir. Bu geliştirilen stratejilerin bazıları birbirine benzemekle beraber, her biri farklı uygulamalara vurgu yapmaktadır (Mintzes, Wandersee ve Novak, 1997; Çalık, 2006). Literatürde kullanılan öğretim stratejileri incelediğinde, Zeiton (1984)'nin “genel analogi modeliyle öğretimi” ve “Öğrenci üretimli analogi modeli”; Spiro ve diğerleri (1989)'nin geliştirdiği “çoklu analogi modeli”, Glynn (1991)'in geliştirdiği “analogi ile öğretme modeli”; köprü (bridging) analogi modeli; “olay temelli nedenleme modeli” ve son olarak da Dagher (1995), Hutchison ve Padget (2007)'in geliştirdikleri “ hikâyesel analogi modeli” karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, hikâyesel analogi modeli kullanıldığından bundan sonraki kısımda bu modelin açıklanması üzerinde durulacaktır.

Dagher (1995), hikâyesel analogi modelini, öğretmenlerin, hedef kavram içinde birkaç kavramı açıklaması ve bunları bir hikâye içinde devam ettirmesi şeklinde ifade etmiştir. Ayrıca, iyi ayarlanmış bir hikâye içindeki önermelerin, çocuklar için hedef ve analog arasındaki bağlantıyı iyi kuracağını belirtmiştir.

Hutchison ve Padget II (2007), fen eğitiminde hikâyeleri kullanmanın 3 yolu olduğunu belirtmektedir. Bunlar, “bir konu için bir hikâye”, “bir konu için çoklu hikâye” ve “kavram kümeleri” dir. Bir konu için bir hikâye yaklaşımında, bütün bir konuyu anlatmak için bir hikâye kullanılır. Örneğin, öğretmen hücreleri ve hücrenin fonksiyonlarının bileşenlerini anlatırken çekirdek şehir yöneticisine, lizozomları, çöp toplayıcılarına, golgi cisimciğini, posta sistemine benzetilir, hücre zarı ise şehir sınırlarına benzetilir. Hücrenin bileşenleri, şehir yönetim sistemine ve fonksiyonuna benzetilerek tüm konu bir hikâyeye anlatılabilir. Başka bir yaklaşım olan bir konuyu anlatmak için birden çok hikâyenin kullanma yaklaşımında, bir konuyu anlatmak için tek bir hikâye yetmemektedir. Bu durumda, bir konuyu anlatmak için birden fazla hikâye anlatılmaktadır. Buna örnek olarak, öğretmenin solunum gibi karmaşık bir olayı anlatırken, kreps cevrimi için ayrı, glikoliz için ayrı, elektron transfer zinciri için ayrı bir hikâyenin anlatılması gibi. Diğer yaklaşım olan kavram arkadaşlığı yaklaşımında ise, zor bir kavramı açıklamak için bir analog kullanılır. Örneğin, iletkenlik konusunu açıklamak için, bir tepeden akan bir nehir elektrik devresine benzetilebilir. Bu yaklaşımdaki temel amaç, analog ve hedef kavram arasında basit karşılaştırma yapmaktır.

Bir hikâyenin amacı, bilginin kabulünü, iletilmesini, depolanmasını ve geri çağrılmasını kolaylaştırmaktır. İyi bir hikâyenin oluşturulması için aşağıdaki basamakların kullanılması önerilmektedir:

1. Öğretilecek konunun belirlenmesi (örneğin hücrenin bir şehre benzetilmesi).
2. Önemli kavramları ve öğrenciler tarafından anlaşılması istenen terimlerin listesinin belirlenmesi (örneğin, çekirdek, golgi cisimciği, endoplazmik retikulum, hücre zarı, kloroplast).
3. Hikâyenin ana temasının belirlenmesi. Bu ana tema hikâyenin dış kabuğu gibidir, daha sonra bu tema önemli kavram ve terimler listesiyle doldurulur (Örneğin bir şehir nasıl çalışır?).
4. Hedef kavramları anlatacak fikirler kullanarak hikâyenin yaratılması. Hikâyedeki bu kavramların mümkün oldukça birbirine yakın bir şekilde bağlanması, görevleri açıklamak için gerçek terimler listesini kullanma (örneğin, şehir yöneticisi olarak, çekirdek hücrenin çalışmasını kontrol eder). Bu şekilde bir kullanım hedef kavramın öğrenilmesinde, analogların geri çağrıldığı zaman, daha az hatırlanan hedef kavramın yeniden çağrılmasına yardım eder.
5. Önemli kavramlar ve terimler bir hikâyenin içinde ana temanın altında işlenir. Örneğin, zamanın birinde Hücre şehri olarak bilinen bir şehir varmış, bu şehir komutan çekirdek tarafından yönetilmiş ve organeller adı verilen bir kurulda ona yardımcı olan üyeler varmış.
6. Hikâyeye isteğe göre biraz şaka, mizah eklenebilir.

Bu çalışmada, asit ve bazların tanımlanması kısmında değişik bilim adamlarına (Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis) yönelik hikâyesel analogiler geliştirilmiştir. Geliştirilen hikâyeler TGA stratejisi içerisine yerleştirilmiş ve sonrasında ise animasyon şekline dönüştürülmüştür. Hikâyesel analoginin geliştirilmesi aşamasında, Hutchison ve Padget II (2007)'un hikâyesel bir analogi geliştirilmesi için izlenmesi gereken adımlara benzer bir yöntem ve yaklaşım olarak da "bir konu için bir hikâye" yaklaşımı izlenmiştir.

Gerek ulusal gerekse uluslararası literatür incelendiğinde kimya eğitiminde bilgisayara dayalı hikâyesel analogilerin TGA stratejisi içerisinde yapıldığı çalışmalara rastlanmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmanın kimya alanında ve diğer alanlarda yapılacak bilgisayara dayalı TGA etkinliklerine örnek olacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu şekildeki tasarımılanan materyaller sayesinde öğrencilerin kavramsal anlamalarının geliştirilebileceği ve öğrencilerin ilgilerinin konuya çekilebileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar



bölümünde, tezin 2.4.3 kısmında hikâyesel analogi ile ilgili çalışmanın nasıl planlanıp yürütüldüğü daha detaylı olarak açıklanacaktır.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma, ortaöğretim programında yer alan asit-baz kimyasına yönelik hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Bu bölümde; araştırmanın tasarımı, yöntemi, örnekleme, çalışma kapsamında geliştirilen ve kullanılan öğretim materyalinin tasarlanması ve geliştirilmesi, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, bu araçlardan elde edilen verilerin analizi ve çalışmalardaki geçerlilik ve güvenilirlik hakkında bilgiler yer almaktadır.

### 2.1. Araştırmanın Tasarlanması

Asit-baz kimyası, ilköğretimden üniversiteye kadar değişik öğretim kademelerinde farklı derinlikte işlenen ve yükseltgenme-indirgenme, kimyasal olaylar, çözeltiler gibi birçok kimya konusunun anlaşılmasında rol alan temel bir konudur. Asit ve bazların günlük hayatta sıklıkla karşımıza çıkması, endüstride ve biyolojik etkinliklerin gerçekleşmesinde, ayrıca son zamanlarda asit yağmurları gibi konularla çevresel problemlerin oluşumunda rol oynaması konunun önemini daha da artırmaktadır. Bundan dolayı, bu konunun öğretimi ve öğrenilmesinde karşılaşılan güçlüklerin belirlenmesi son derece önemlidir (Cros, 1986; Zoller, 1990; Ross ve Munby, 1991; Nakhleh, 1994; Vidyapati ve Seetheramappa,1995).

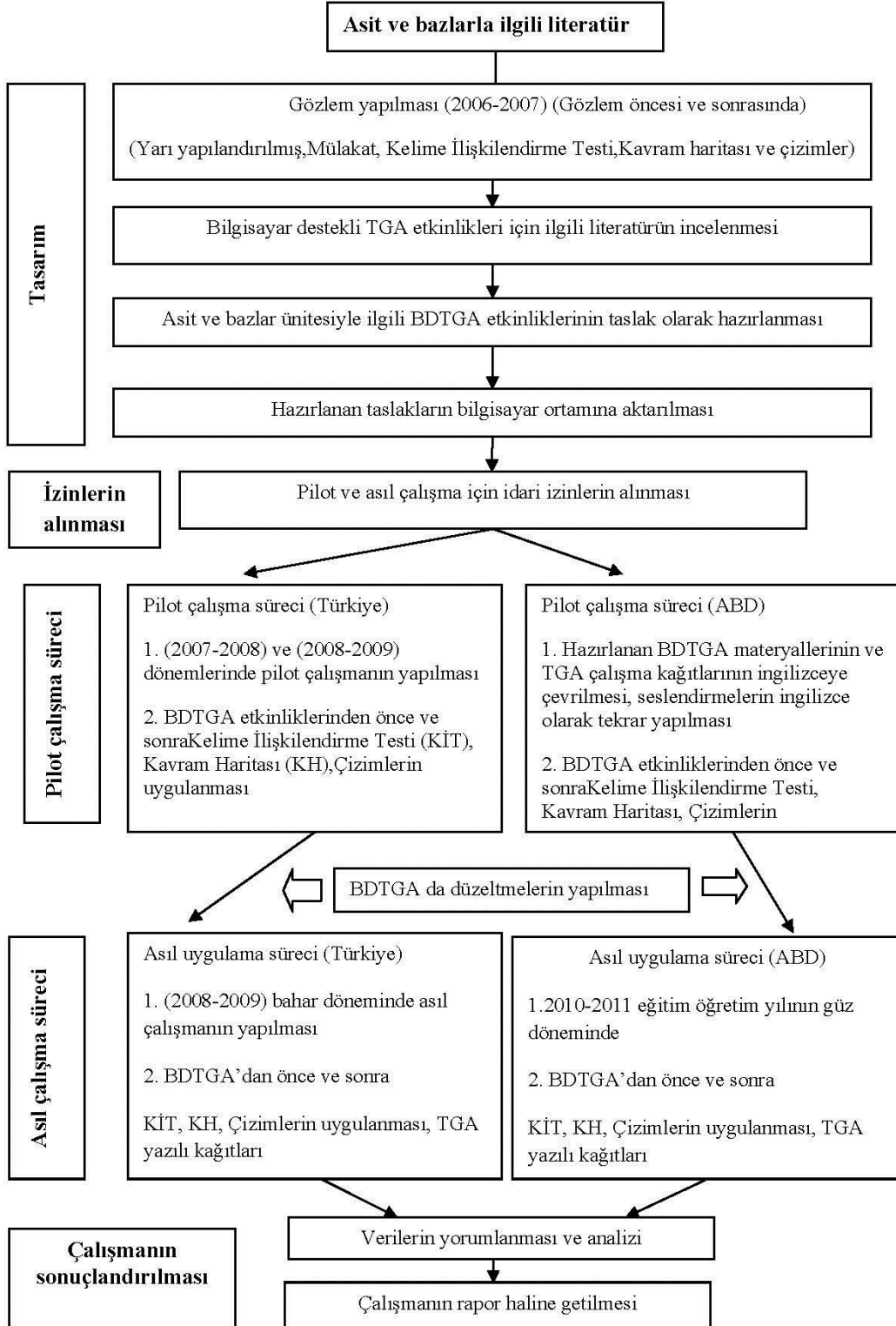
İlgili literatür incelendiğinde, asit ve bazlarla ilgili konunun öğrenilmesi ve öğretilmesi aşamasında karşılaşılan zorlukları gidermek amacıyla konu ve kavram bazında değişik öğrenme kuramları içeren materyal geliştirme ve uygulama çalışmalarının yapıldığı görülmektedir (Nakhleh ve Krajcik, 1994; Geban, Ertepinar ve Topal, 1998; Demircioğlu, 2003; Yılmaz ve Ayas, 2004; Demircioğlu, Demircioğlu ve Ayas, 2005; Morgil ve diğerleri, 2005; Özmen, Demircioğlu ve Coll, 2009). Ancak yapılan bazı çalışmalar sonucunda öğrencilerdeki öğrenme güçlüklerinin ve sahip oldukları yanlış anlamaların giderilemediği rapor edilmiştir (Çakır, Uzuntiryaki ve Geban, 2002). Literatürde de belirtilen bu problemler araştırmacının çalışmasını bu doğrultuda tasarlamasında rol oynamıştır. Bu kapsamda araştırmacı asit ve bazlar ünitesinin nasıl işlendiğini incelemek amacıyla pilot ve asıl çalışmanın yapıldığı okulda ön gözlem çalışmaları yapmıştır.

Araştırmacı gözlem yaptığı sınıftaki alt, orta ve üst seviyedeki toplamda 6 öğrenciyle yarı yapılandırılmış mülakatlar da yürütmüştür. Ayrıca, araştırmacı gözlem yapmaya başlamadan önce ve gözlem yapmayı bitirdikten sonra, öğrencilere kelime ilişkilendirme testi vermiş, öğrencilerden kavram haritaları ve çizimler yapmasını istemiştir. Yapılan gözlemler sonucunda, öğretmenin dersinde genelde düz anlatım yöntemini kullandığı, dersin belirli bir kısmında soru-cevap yöntemini kullandığı ve konuyla ilgili problem çözdüğü belirlenmiştir. Asit ve bazlar ünitesi deney ağırlıklı bir ünite olmasına rağmen ders kitaplarında yeterli sayıda deneyin bulunmaması (Demircioğlu, 2003), öğretmenin dersinin hiçbir aşamasında deney yapmaması ve öğrencilerin anlamakta zorluk çektiği konular üzerinde yeterince durmaması gibi nedenler, araştırmacıyı bu konuyla ilgili deneyler tasarlama (sanal ortamda deneyler) ve öğrencilerin anlamakta zorluk çektiği alt konular hakkında etkinlikler hazırlama düşüncesine yönlendirmiştir. Buna ilave olarak, hazırlanacak deneylerin ve etkinliklerin zaman, araç-gereç ve malzeme tasarrufunu sağlamak amacıyla bilgisayar ortamına aktarılarak yapılması uygun görülmüştür. Sonuç itibarıyla, araştırmacı yaptığı gözlem ve daha önceden edinmiş olduğu bilgiler doğrultusunda tezin konusunun, asit-baz kimyasına yönelik bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin hazırlanması ve hazırlanan bu etkinliklerin öğrencilerin kavramsal anlamasında nasıl bir değişim ve gelişim olduğunun araştırılması olmasına karar vermiştir.

Araştırılacak konunun belirlenmesinden sonra, öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri kavram ve konular baz alınarak bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin taslak çalışmaları, ilgili literatür de incelenerek yapılmıştır. Taslak olarak hazırlanan TGA etkinlikleri bilgisayar ortamına, bilgisayar ile ilgili teknik konularda uzman kişilerden alınan yardımlar vasıtasıyla aktarılmıştır. Pilot ve asıl çalışmanın okullarda yürütülebilmesi için alınan idari izinlerden sonra, uygulamalar yapılmıştır. Araştırmacı YÖK'ün doktora araştırma bursu kapsamında ABD'nin Indiana eyaletinde yer alan Purdue Üniversitesi'nde ziyaretçi araştırmacı olarak bulunduğu süre içerisinde, bilgisayara dayalı TGA etkinliklerini İngilizceye çevirmiş ve pilot ve asıl çalışma için gerekli idari izinler aldıktan sonra Türkiye'de yapmış olduğu çalışmayı ABD'de Indiana'da tekrar etmiştir.

Araştırmacı her iki ülkedeki çalışmalardan elde edilen verileri analiz sürecinden sonra rapor etmiştir. Tezin tasarımı ve yürütülmesi aşaması Tablo 3'de şematik olarak sunulmuştur:

Tablo 3. Tezin tasarımı ve yürütülmesi aşamalarında izlenen adımlar



## 2.2. Araştırmanın yöntemi

Bu çalışmada, örnek olay (case study) veya diğer adıyla özel durum metodolojisi kullanılmıştır. Özel durum araştırması, 1980'lerden sonra eğitimde yaygın olarak kullanılan bir araştırma yöntemidir. Bu yöntemi diğer pek çok araştırma yönteminden ayıran özelliği onun eğitimin çeşitli konularını anlamada özellikle “nasıl” ve “niçin” sorularına cevap arandığında tercih edilen bir yöntem olmasıdır. Çoğunlukla nitel araştırma metodolojisi içinde görülmekte ve nitel araştırma metodolojisinin en önemli özelliklerinden birisi olarak değerlendirilmesine rağmen hem nitel hem de nicel veriler toplanarak yapılabilmektedir. Her iki yaklaşımda da amaç, belirli bir duruma ilişkin sonuçlar ortaya koymaktır (Stake, 1995; Ekiz, 2003; Yıldırım ve Şahin, 2006; Çepni, 2007). Bu yöntemin en önemli özelliği, güncel bir olay, olgu, durum, birey ve guruplar üzerine odaklanıp derinlemesine incelemeye fırsat vermesidir. Bu tür araştırmalarda, bir duruma ilişkin etkenler (ortam, bireyler, olaylar, süreçler, vb.) bütüncül bir yaklaşımla ele alınır ve ilgili durumu nasıl etkilediği ve bu durumdan nasıl etkilendikleri üzerinde durulur. Bu yöntem, araştırılan problemin kısa sürede ve derinlemesine çalışılmasına olanak vermesinden dolayı bireysel yürütülen çalışmalar için oldukça uygundur (Yin, 1994; Stake, 1995; Cohen ve Manion, 1997; Bassegy, 1999; Ekiz, 2003; Yıldırım ve Şimşek, 2006; Çepni, 2007).

Özel durum çalışması, araştırma metotlarının (mülâkat, gözlem, anket ve doküman analizi vb.) tümünü kapsayabilen bir şemsiye olarak tanımlanmaktadır. Birden fazla araştırma yönteminin kullanılmasıyla, araştırmanın veri tabanı zenginleşmiş, araştırmadan ulaşılabilecek sonuçların daha geniş bir bakış açısıyla yorumlanması veya alternatif yorumlara ulaşılması mümkün olmaktadır. Sonuç olarak, bu türden yürütülen araştırmaların güvenilirliği önemli ölçüde artmış olmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006; Çepni, 2007).

Genel olarak özel durum çalışmalarında, bütüncül tek durum deseni, iç içe geçmiş çoklu durum deseni, bütüncül çoklu durum deseni ve iç içe geçmiş çoklu durum deseni olmak üzere 4 çeşit durum çalışma deseninden bahsedilmektedir. Bu çalışmada bütüncül çoklu durum deseninden yararlanılmıştır. Bu desende, birden fazla kendi başına bütüncül olarak algılanabilecek durum söz konusu olmaktadır. Her durum kendi içinde bütüncül olarak ele alınmakta ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılmaktadır (Patton, 2002; Yıldırım ve Şimşek, 2006). Hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri farklı iki grup

üzerinde uygulanıp sonrasında bu grupların kendi aralarında karşılaştırılması yapıldığı için, bu çalışmada bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır.

Bu çalışmada, asit-baz kimyasında yer alan bazı kavramlara yönelik hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarında nasıl bir değişim ve gelişim meydana getirdiğini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaçla asit-baz kimyasına başlamadan önce ve bilgisayara dayalı TGA etkinliklerin uygulanmasından sonra öğrencilere kelime ilişkilendirme testi (KİT) uygulanmış, öğrencilerden kavram haritaları (KH) inşa etmeleri ve mikroskobik boyutta çizim yapmaları istenmiştir. Bu bağlamda, seçilen öğrenci grubu üzerinde derinlemesine araştırma yapılacağı için özel durum metodolojisinin kullanılması uygun görülmüştür.

### **2.3. Örneklem Seçimi ve Örneklemin Özellikleri**

Bu araştırmada, olgu ve olayların keşfedilmesi ve açıklanmasında faydalı olduğu düşünülen amaçlı örneklem seçme yöntemlerinden “birleşik ya da karışık amaçlı örnekleme”ye (combination or mixed purposeful sampling) başvurulmuştur. Amaçlı örneklemede kullanılan stratejilerin hepsinin ortak ilkesi, derinleme araştırma yapılmaya degecek bilgi bakımından zengin olaylar seçmektir. Bundan dolayı, araştırma sorularına, yapılan çalışmanın amacına ve karşılaşılan kısıtlamalara uygun örneklem stratejisi seçilmesi son derece önemlidir. Araştırmalar, birden fazla amaca hizmet edebilmektedir ve bazen tek bir örneklem stratejisi yeterli olamamaktadır. Bu gibi durumlarda, yani birden fazla ilgi ve ihtiyacın karşılaşıldığı, birden fazla stratejinin kullanılması gereken durumlarda ya da esneklik gereken durumlarda birleşik ya da karışık amaçlı örneklem kullanılmaktadır (Patton, 2002). Bu çalışmada, kritik durum örnekleme ve kolay erişilebilir durum örneklemesinin birlikte kullanılması kararlaştırılmıştır.

#### **2.3.1. Asıl ve Pilot Çalışmaya Katılan Öğrenci Gruplarının Özellikleri**

Bu çalışmanın örneklemini, Trabzon il merkezindeki bir Anadolu lisesinde 11. sınıfta öğrenim gören 12 öğrenci ve ABD'nin Indiana eyaletinin West Lafayette şehrinde yer alan bir lisede öğrenim gören 5 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem grubunda bulunan öğrenciler yapılan çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır.

Türkiye’deki çalışmada örneklem seçiminde öncelikle Trabzon il ve ilçelerinde bilgisayar laboratuvarı olan okullar belirlenmiştir. Hem pilot hem de asıl çalışmanın yapılacağı okullar belirlendikten sonra Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığından bir “araştırma önerisi” ile birlikte resmi izin talep edilmiştir. Alınan resmi izin Ek 1’de gösterilmektedir. ABD’deki örneklem grubundaki öğrenciler için öncelikle okul birliğinden (School Corporation) daha sonrasında ise Purdue Üniversitesi Institutional Review Board (IRB)’den gerekli formlar doldurularak resmi izin talep edilmiştir. Alınan resmi izinler Ek 2 ’de gösterilmiştir.

Türkiye’deki pilot çalışmanın yürütülmesi için, aynı kimya öğretmenin iki farklı sınıfı kullanılmıştır. 2008 yılının bahar döneminde yapılan pilot çalışmaya, 11. sınıftan 21 öğrenci, 12. sınıftan ise 19 öğrenci katılmıştır. Hazırlanan etkinlikler, sınıftaki tüm öğrencilere gösterilmiştir, ancak her sınıftan alt, orta ve üst seviyeden toplamda 12 öğrencinin (her bir sınıftan 6 öğrenci) kelime ilişkilendirme testi, kavram haritaları, çizimleri ve mülakatları detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Türkiye’deki asıl çalışma için yine aynı okulda görev yapan farklı bir kimya öğretmenin sınıfı kullanılmıştır. Asıl çalışma, 11. sınıfta öğrenim gören toplamda 12 gönüllü öğrenci ile yürütülmüştür.

ABD’de yapılan çalışmanın pilot çalışması 2009- 2010 yılının bahar döneminde Indiana Eyaletinin West Lafayette şehrinde yer alan Purdue üniversitesinde birinci sınıftan öğrenim gören 7 öğrenci ile yapılmıştır. Asıl çalışmanın örnekleme, aynı şehirde yer alan bir lisede öğrenim gören toplamda 5 öğrenci ile yürütülmüştür (11. sınıf seviyesinde öğrenim gören 5 öğrenci). Tablo 4’de yapılan çalışmalar özetlenmektedir.

Tablo 4. Araştırmada yapılan çalışmalar, araştırmanın örnekleme ve uygulama zamanı

Süreç	Yapılan Çalışmalar	Örneklem	Uygulama Zamanı
Tasarı	Araştırma ile ilgili literatür taraması	Araştırmacı (N=1)	2007 Aralık-2011 Mayıs
	Asit ve bazlar ünitesi ile ilgili asıl ve pilot çalışmanın yapıldığı okulda gözlem yapılması	Araştırmacı (N=1)	2007 Mart- Nisan
	Gözlem yapıldığı sınıftaki öğrencilere ünitenin başlamasından önce ve sonra KİT, KH, çizimler ve mülâkatların yapılması	Araştırmacı (N=1) 10. sınıf fen kolu öğrencileri (N=23) KİT, KH uygulanması (N=23) Mülâkatlar ve çizimler (N=6)	2007 Mart- Nisan

Tablo 4'ün devamı

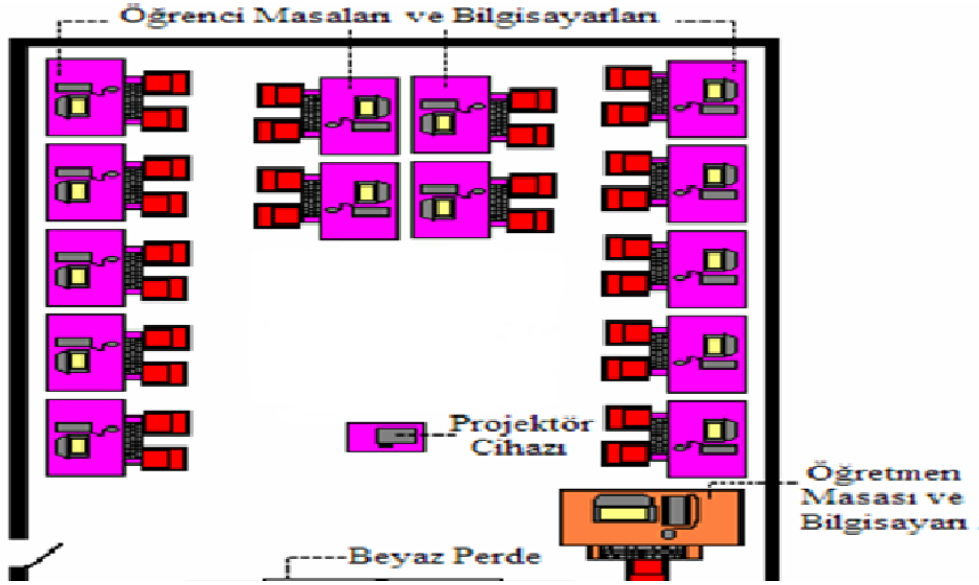
Materyal ve veri toplama araçları geliştirme	BDTGA etkinliklerinin taslaklarının hazırlanması ve bilgisayar ortamına aktarılması	Araştırmacı (N=1) Teknik alanda uzman kişiler (N=4)	2007 Eylül–2008 Eylül
	Geliştirilen BDTGA etkinliklerinin ve veri toplama araçları hakkında uzman görüşleri alınması	Alan uzmanları (N=3), eğitim alanında uzman öğretim üyeleri (N=6), Kimya öğretmenleri (N=2)	2008 Mayıs- 2008 Aralık
	Materyallerin İngilizceye çevrilmesi, İngilizce seslendirmelerin eklenmesi	Araştırmacı (N=1)	2009–2010 eğitim öğretim yılı
Pilot çalışma	Tamamlanan ve uzman görüşleri alınan BDTGA etkinliklerinin pilot çalışması	11. sınıf fen kolu öğrencileri (N=21), 12. sınıf fen kolu öğrencileri (N=19) Materyal tüm sınıfa uygulanmış her iki sınıftan da alt, orta ve üst seviyede toplamda 12 öğrenci mülakat ve çizimlere yapılmıştır. (N=12)	2008–2009 eğitim öğretim yılının güz dönemi
	KİT, KH ve çizimlerin ve mülakatların pilot çalışmaları	KH ve KİT için (N= 40) Çizimler ve mülakatlar için (N=12)	2008–2009 güz dönemi
	ABD'deki uygulama için pilot çalışma yapılması	N=7	2009–2010 eğitim öğretim yılının bahar dönemi
Asıl çalışma	Asıl çalışma için ön KİT, KH ve çizimlerin uygulanması, BDTGA etkinliklerin uygulanması	11. sınıf fen kolunda öğrenim gören öğrenciler (N=12)	2008–2009 eğitim öğretim yılının bahar dönemi
	Asıl çalışma için ön KİT, KH ve çizimlerin uygulanması, bilgisayara dayalı TGA etkinliklerin uygulanması	11.seviyede öğrenim gören öğrenciler (N=5)	2010–2011 eğitim öğretim yılının güz dönemi

### 2.3.2. Pilot ve Asıl Çalışma İçin Seçilen Okulun Bilgisayar Laboratuvarının Özellikleri

Türkiye'de yapılan çalışmanın pilot ve asıl çalışmaları aynı okulun bilgisayar laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü laboratuvarın krokisi Şekil1'de görülmektedir.

Pilot çalışmada bazı öğrenciler bilgisayar laboratuvarında ikerli otururlarken, asıl çalışmada öğrenciler tek tek oturmuşlardır. Bilgisayar laboratuvarında 15 bilgisayar bulunmaktadır.





Şekil 1. Pilot ve asıl uygulamalarının yapıldığı bilgisayar laboratuvarı

#### 2.4. Çalışmada Kullanılan Bilgisayar Programının Tasarımı ve Geliştirilmesi Materyalin Tasarımlanması ve Ekran Görüntüleri

Günümüzde bireylerin zihinlerinin doldurulması gereken boş birer kutu olduğunu varsayan davranışçı kuramı temel alan eğitimsel yazılımlardan, yapılandırmacı görüşü temel alan yazılımların tasarımına doğru fark edilir bir hızla değişim ve yönelim vardır.

Yapılandırmacı disiplinlerle dizayn edilen eğitimsel yazılımlar öğrencilerin bilgi inşa etmesini kolaylaştırmaktadır.

##### 2.4.1. Programın Konusu ve Orta Öğretim Programı ile Bağlantısı

Çalışmada kullanılan programın ana konusu olarak asit- baz kimyası seçilmiştir. Asit- baz kimyası Türkiye’de ortaöğretim programında 9. sınıfta yer alan “kimyasal reaksiyonlar” ve 11. sınıf kimya öğretim programında yer alan “çözeltilerde denge” konuları içerisinde yer almaktadır. ABD’de ise asit ve bazlar konusu altında işlenmektedir. Bu konunun programın ana konusu olarak seçilmesinde 4 neden bulunmaktadır.

1. Bunlardan birinci olarak, literatürde bu konuyla ilgili yapılmış öğrencilerin anlamakta güçlük çektiğini gösteren ve bu konuyla ilgili kavram yanlışlarına sahip olduklarını rapor eden çalışmaların olması,

2. Asit ve bazların ilköğretimden üniversiteye kadar hemen hemen öğretimin bütün kademelerinde gösterilmiş olması,
3. Günlük yaşamda yediğimiz içtiğimiz yiyecek ve içeceklerden, çevresel problemlere kadar çok değişik alanlarda karşımıza çıkması,
4. Araştırmacının bu konuya olan ilgisi,

Bu çalışma, Türkiye’de uygulandığı zaman yeni kimya orta öğretim programı yürürlükte değildi. 11. sınıf orta öğretim kimya programında “Asitler ve Bazlar ünitesi” adı altında bir ünite yer almaktaydı. 2011 yılının, 9. ve 11. sınıf orta öğretim kimya programı incelendiğinde, bilgisayar programında hazırlanan konuların bu iki sınıftaki konulara dağıtıldığı anlaşılmaktadır. Bu sebepten, hazırlanan bu bilgisayar programını sınıfta uygulamak isteyen bir öğretmen, bu etkinliklerin bazılarını 9. sınıfta bazılarını ise 11. sınıfta uygulamak durumundadır.

#### **2.4.2. Çalışmanın Mantığı ve Kullanılan Bilgisayar Programının Amacı**

Öğrencilerin anlama düzeylerinin belirlenmesi ve kavramsal anlamalarının geliştirilmesi, fen/kimya eğitiminde oldukça önemli bir konudur. Bu çalışmada bilgisayar ortamındaki TGA yöntemi, öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmek ve öğrenmelerini kolaylaştırmak amacıyla kullanılmıştır. TGA stratejisi, öğrencilerin ön bilgilerini ölçmekten ya da onların anlamalarını ölçmekten daha fazla potansiyele sahip bir tekniktir (Liew, 1995, 1998; Kearney, 2002, 2004). Bu teknik özellikle tahmin ve tahminin gerekçelerinin yazıldığı aşamalarda öğrencilerin kendi fikirlerinin ortaya çıkmasına izin vermektedir. Ayrıca bu çalışmada, öğrencilerin tahmin yapmalarını kolaylaştıracak yapıda olan “tanımlama” aşamasının da onların kendilerini ifade etmelerine yardımcı olacağı düşünülmektedir. Gözlem aşaması ise, öğrencilerin incelenen durumu birden fazla kereler izlenmesine olanak sağlamaktadır. Eğer TGA’daki gözlem aşaması öğrencilerin önceki aşamalardaki tahminlerine zıt bir durumu gösterirse, bu durum öğrencilerin açıklama aşamasında bilgilerinin yeniden yapılandırılmasını ve gözden geçirilmesini sağlayacaktır.

Öğrenciler için bilişsel öğretim çıktıları: Bu programın amacı öğrencilerin asit ve bazlar konusundaki kavramsal anlamalarını geliştirmektir. Öğrencilerin bireysel kullanmasına olanak sağlayarak hazırlanan bu program:

1. Tahmin yapma becerilerinin gelişmesine
2. Öğrencilerin kendi fikirlerinin ortaya çıkmasına

3. Kendi fikirlerini doğrulamalarına ve
4. Kendi fikirlerini kritik etmelerine yardımcı olmak için tasarlanmıştır (Kearney ve Treagust, 2000; Kearney, 2002).

Öğrenciler için etkili bir öğretim çıktısı: Programda sergilenen simülasyonlar, animasyonlar ve dijital video görüntüleri öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri konular hakkında, onların anlamalarına yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır.

Eğitimciler için faydaları: Çalışmada kullanılan program öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmek, TGA stratejisi içerisinde onların tahmin yapma yetilerine katkıda bulunmak, ön bilgilerini ortaya çıkarmak, gözlem aşamasında gözlem yapmak istediği olayı istediği kadar izlemesine imkân vermek, varsa tahminleri ile gözlemleri arasındaki uyumsuzluğun farkında olmalarını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Böylelikle, öğrencilerin kendi bilgilerini nasıl yapılandığı konusunda bilgi sahibi olunmuş olacak, TGA'nın her aşamasında yazdıklarına bakılarak bu nasıl bir süreçten geçtikleri anlaşılmaya çalışılacaktır. Geleneksel sınıf ortamlarında kullanılan gösteri deneylerinin aksine, bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri öğrencileri yapılacak etkinlikte işe koşarak, onların kendi fikirlerinin belirlenmesine, yapılandırılmasına ve kendi fikirlerinin farkına varmasına yardımcı olmakta, kolaylaştırmaktadır. Öğrencilerin TGA süreci içerisinde sahip oldukları bilgilerin nasıl gelişim ve değişim gösterdiği rahatlıkla incelenebilmektedir. Öğrenciler bilgisayar ortamında hazırlanan bu materyallerle birlikte, laboratuvar ortamında yapılması gereken deneylerle ilgili ön hazırlık yapması gerekmeyecek, ayrıca madde sarfiyatı da engellenmiş olacaktır, öğrencilere sanal ortamda deney yaptırılmış olacaktır.

Hazırlanan bilgisayar programının TGA'ya getirdiği yenilikler: Bu çalışmada, öğrencilerin yapacakları tahminlere katkı sağlamak amacıyla, "Tanımlama" basamağı eklenmiştir. Bu basamak, TGA'dan önce yer almaktadır. Ayrıca, çalışmada asit-baz tanımları için hikâye hazırlanmış, hazırlanan hikâye TGA stratejisi içerisine yerleştirilmiş, sonrasında ise animasyona dönüştürülmüştür. Böylelikle, fen bilimleri için geliştirilen hikâyeler ilk olarak TGA içerisine yerleştirilmiş ve animasyona haline getirilmiştir.

### **2.4.3. Bilgisayar Destekli TGA Etkinliklerinin Tasarlanması ve Geliştirilmesi**

Çalışmada asit-baz kimyasına yönelik bilgisayar ortamında 15 TGA etkinliği geliştirilmiştir. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirme amacıyla hazırlanan etkinlikler, bireysel çalışmasına olanak vermektedir. Bilgisayar ortamında TGA stratejisi

içerisinde hazırlanan simülasyon, animasyon ve dijital video görüntüleri çekilmiş deneyler vasıtasıyla, okullarda yapıla gelen klasik gösteri deneyleri ya da düz anlatım şeklinde ders anlatımlarının bitmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan program 2008 yılının Macromedia Flash programı kullanılarak yapılmıştır. 5 dijital video görüntüsü çekilmiş deney, 3 animasyon ve 6 simülasyon TGA stratejisi içersine yerleştirilmiştir. İlgili literatür incelendiğinde, bilgisayar destekli bazı çalışmalarda simülasyon kullanılmasına rağmen (Tao ve Gunstone, 1999; Monaghan ve Celement, 1999, 2000; Russell, Lucas, ve McRobbie, 1999, 2003, 2004; Tatlı, 2011), sadece bir çalışmada dijital görüntüleri çekilmiş videoların (Kearney ve diğerleri, 2001; Kearney, 2002, 2004) kullanıldığı görülmektedir. Yürütülen bu çalışmada ise hem simülasyonlar hem de dijital videoların çekildiği görüntüler kullanılmıştır. Ayrıca, bu çalışmada diğer TGA çalışmalarından farklı olarak, hikâyesel analogi kullanılarak animasyonlar hazırlanmış ve TGA stratejisi içersine yerleştirilmiştir. Hazırlanan 5 dijital video görüntüsü ve 3 animasyon için seslendirme yapılmıştır. Yapılan seslendirmeler için TRT sanatçılarından yardım alınmış ve gerekli düzenlemeler TRT Trabzon radyosu stüdyolarında yapılmıştır. ABD’de yürütülen çalışmadaki ses kayıtları ve düzenlemeleri ise Purdue Üniversitesi müzik bölümünde yer alan stüdyolarda yapılmıştır.

Hazırlanan sanal deneylere ve hikâyesel analogili kullanılarak hazırlanan animasyonlara daha detaylı bakıldığı zaman, programda hazırlanan dijital video deneyler ve simülasyonlar, öğrencilerin anlamakta zorluk çektiği alt konular, sahip olduğu düşünülen yanlışlar, gündelik hayattaki asit-baz örnekleri makroskobik seviye (MAS), mikroskobik seviye (MİS), sembolik seviye (SES)’den en az birini içeren etkinlikler şeklinde yer aldığı görülmektedir. Öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği noktalar veya bu konuda sahip oldukları kavram yanlışları dijital video görüntüleri veya simülasyonlarla anlatılmaya çalışılmıştır. Örneğin, öğrencilerin “asitler metallere etki eder ve eritir” (Nakhleh ve Krajcik, 1994; Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu, 2005) ya da “asitlerin metallerle reaksiyonunun sonucunda hidrojen gazı açığa çıkar” (Özmen, Demircioğlu ve Coll, 2009) gibi sahip oldukları kavram yanlışları dijital video görüntüleri çekilmiş deneylerle; “asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu aynı şeylerdir” (Ross ve Munby, 1991; Geban, Ertepinar ve Topal, 1998; Canpolat ve diğerleri, 2004; Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu, 2005) şeklindeki kavram yanlışları ise simülasyon kullanılarak giderilmeye çalışılmıştır. Değişik bilim adamları (Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis) tarafından yapılan asit-baz tanımları hikâyesel analogiler kullanılarak hazırlanmış, daha sonra

hazırlanan bu hikâyeler animasyon haline dönüştürülmüştür. Ayrıca programın genelinde makro olaylar dijital video görüntüleri ile mikro olaylar ise simülasyonlarla verilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan hikâyesel analogiler, asit-baz tanımları için hazırlanmıştır. Kullanılan hikâyesel analogiler, Hutchison ve Padget II (2007)'un bir konu için bir hikâye yaklaşımı baz alınarak yapılmıştır. Bunun için öncelikle aşağıdaki adımlar izlenerek, Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit-baz tanımlarını konu alan hikâyeler oluşturulmuştur. Sonrasında oluşturulan hikâyeler TGA stratejisi içerisine yerleştirilmiştir. Hikâyeler için seslendirmeler yaptırılmıştır. Seslendirmeler yaptırıldıktan sonra, TGA stratejisi içerisine yerleştirilen hikâyeler için taslak senaryolar oluşturulmuştur. Sonrasında, Macromedia Flash programında, taslak senaryolara benzer senaryolar oluşturulmuş ve yapılan seslendirmeler her bir senaryonun içerisine aktarılmıştır.

Hutchison ve Padget II (2007)'un bir konu için bir hikâye yaklaşımı için izlenen adımlar aşağıdaki gibidir:

- ▶ *1. Aşama: Öğretilecek konunun belirlenmesi:* Bu aşamada Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit-baz tanımı konu olarak belirlenmiştir. Hikâyelerde konu olarak sorunlara sahip ülkeler bulunmaktadır.
- ▶ *2. Aşama: Önemli kavramlar ve öğrenciler tarafından anlaşılması istenen terimlerin listesi;* Bu aşamada Arrhenius asit-baz tanımı için, Arrhenius asit-baz tanımı içerisine giren asit ve bazlar, kuvvetli asit ve bazlar; Bronsted-Lowry asit-baz tanımı için konjuge asit-baz çiftleri, Lewis asit-baz tanımı için, koordine kovalent bağ gibi terimler yer almaktadır.
- ▶ *3. Aşama: Hikâyenin ana temasının belirlenmesi:* Bu aşamada ana tema “Asit ve bazların sorunlarına Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis nasıl çözümler getirebilir?” olarak belirlenmiştir.
- ▶ *4. Aşama: Hedef kavramları anlatacak fikirler kullanılarak hikâyenin yaratılması;* Bu aşamada “Asit-baz tanımları analogi haritası” oluşturulmuştur. Türkçe ve İngilizce olarak oluşturulan harita Ek 3’de yer almaktadır.
- ▶ *5. Aşama: Önemli kavramlar ve terimler bir hikâyenin içinde ana tema olarak işlenmesi;* Bu aşamada genel bir hikâye durumu oluşturulmuştur. Oluşturulan genel hikâye durumu, Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit-baz tanımı için ayrı ayrı Türkçe ve İngilizce olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan hikâyeler Ek 4’de yer almaktadır.

Bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinde, 4 ekran bulunmaktadır. Birinci ekranda öğrencilerin karşlarına “tanımlama” kısmı gelmektedir. Yani, hazırlanan programda, “Tahmin-Gözlem-Açıklama” aşamalarından başka “Tanımlama” adı verilen başka bir aşama daha vardır. TGA kısmından önce gelen bu aşamada yapılacak etkinliklerle ilgili açıklamalar; etkinlikte geçen ve öğrenciler tarafından bilinmediği düşünülen kavramların tanımlarına yer verilmiştir. Burada öğrenciler yapacakları etkinliklerde bilmedikleri kelimelerin (terim veya kavram) üzerine tıklayarak kendileri için gerekli olabilecek açıklamalarını görebilmektedirler. Bir sonraki aşamada olan Tahmin aşamasında öğrencilerin o etkinle ilgili tahmin yapmaları beklenmektedir. Bu ekranda gerekli yönergeler ve tahmin yapacakları etkinliğin bir fotoğrafı bulunmaktadır. Bu fotoğraf interaktif video görüntüsünün bir kısmından veya simülasyonlardan oluşmaktadır. Öğrencilerin daha rahat tahmin yapabilmeleri için fotoğraf karesine tıkladığında fotoğraf karesi daha büyük bir görüntü ile karşlarına çıkmaktadır. Ayrıca, bu ekranda, öğrencilerin tahminlerini yapmadan gözlem aşamasına geçmelerini engellemek için, iki aşama arasına şifre konulmuştur. Konulan şifre, etkinliğin özelliğine göre, belli zaman sonra aktif hale geçmektedir. Gözlem aşamasında ise ekrandaki yönergeler takip edilerek etkinlik gerçekleştirilmektedir. Etkinlikteki görüntüler interaktif video görüntüsü ya da simülasyon olabilmektedir. Bu çalışmada gözlem kısmında interaktif video görüntüsü ile hazırlanmış etkinliklerde kaydırma çubuğunun yan tarafında oynatma (play), durdurma (stop), ileri ve geri butonları bulunmaktadır. Ayrıca interaktif video görüntüleri ses efektleriyle desteklenmiştir. Simülasyon görüntüsünde ise yapılacak etkinliğe göre “başlat”, “damlat”, “devam et”, “baş dö”, “kabı doldur”, “boşalt”, “ileri-geri” vb. butonlar kullanılarak etkinlik gerçekleştirilmektedir. Açıklama kısmında ise deneyin son halini gösteren bir fotoğraf bulunmaktadır. Bu kısımda öğrenciden tahmini ile gözlemleri arasındaki tartışmaları yapmaları beklenmektedir (Kearney ve Treagust, 2000; Kearney, 2002; 2004; Yaman, Bak Kibar ve Ayas, 2009; Yaman, Ayas ve Nakhleh, 2010).

TGA'daki etkinliklerde asit-baz tanımları, oksitlerin asit, baz, amfoter ve nötr olma durumları, asit ve bazların genel özellikleri (asitlerin metallere etkisi, bazların metallere etkisi, nötralleşme, indikatörler, elektriksel iletkenlik, asitlerin karbonatlı bileşiklere etkisi), suyun iyonlaşması pH ve pOH, asitlerin kuvvetliliği, titrasyon, hidroliz ve tampon çözeltiler konuları orta öğretim programı ile bütünleştirilmiş olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan 15 etkinlikten 12 tanesi araştırmacı tarafından geliştirilirken, asitlerin metallere etkisi etkinliğindeki deney, kimya laboratuvar deneyleri kitabından alınmıştır (Nazlı, 2003).

Elektriksel iletkenlik ve tampon çözelti etkinliklerindeki deneyler ise Purdue üniversitesinin kimya eğitimi sitesinden alınıp adapte edilmiştir (URL-1; URL-2). Çalışmadaki dijital video görüntüleri olan deneylerden 3 tanesi fotoğrafçılıkta uzman olan kişiler tarafından, 2 tanesi ise araştırmacı tarafından çekilmiştir.

#### 2.4.4. Hazırlanan Programın ve TGA Etkinliklerinin Ekran Görüntüsü

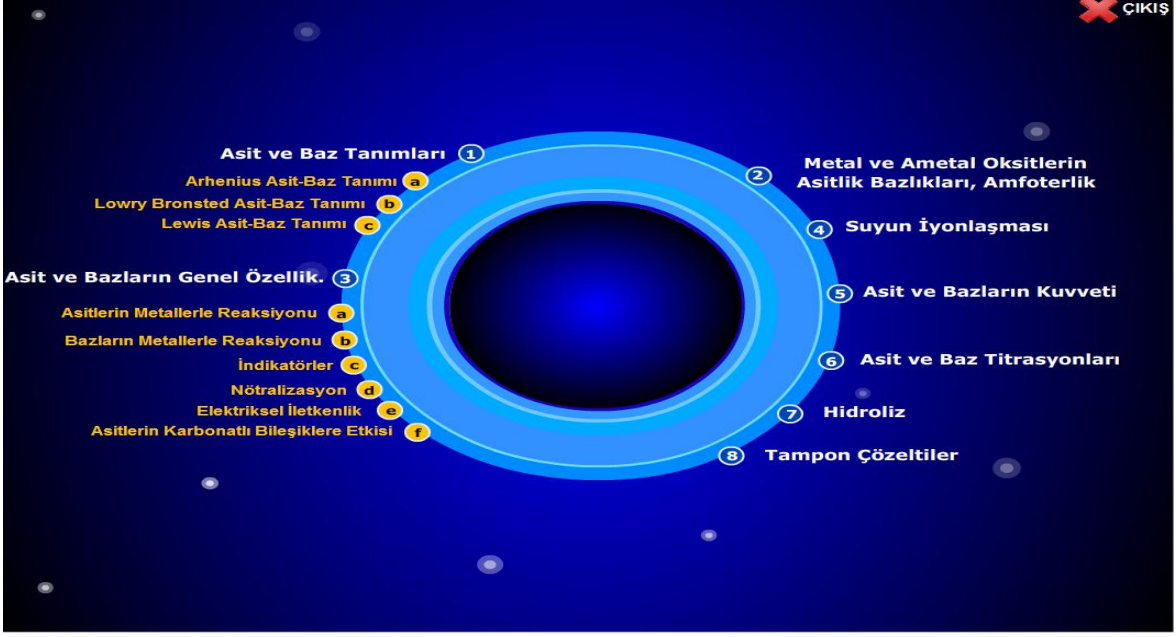
Aşağıda tasarımı yapılan programın genel görüntüsü, giriş kısmı ve dijital video görüntüsü çekilmiş deney, simülasyon deneyi ve hikâyesel analogi kullanılarak hazırlanmış animasyondan birer örnek yer almaktadır. Programda yer alan etkinliklerde tanımlama, tahmin, gözlem ve açıklama aşamalarında neler yapıldığını gösteren tablo Ek.5'te verilmiştir.

Öğrenciler, bilgisayarda programı açtıkları zaman, karşlarına ilk olarak Şekil 2'deki ekran gelmektedir.



Şekil 2. Programın genel görüntüsü

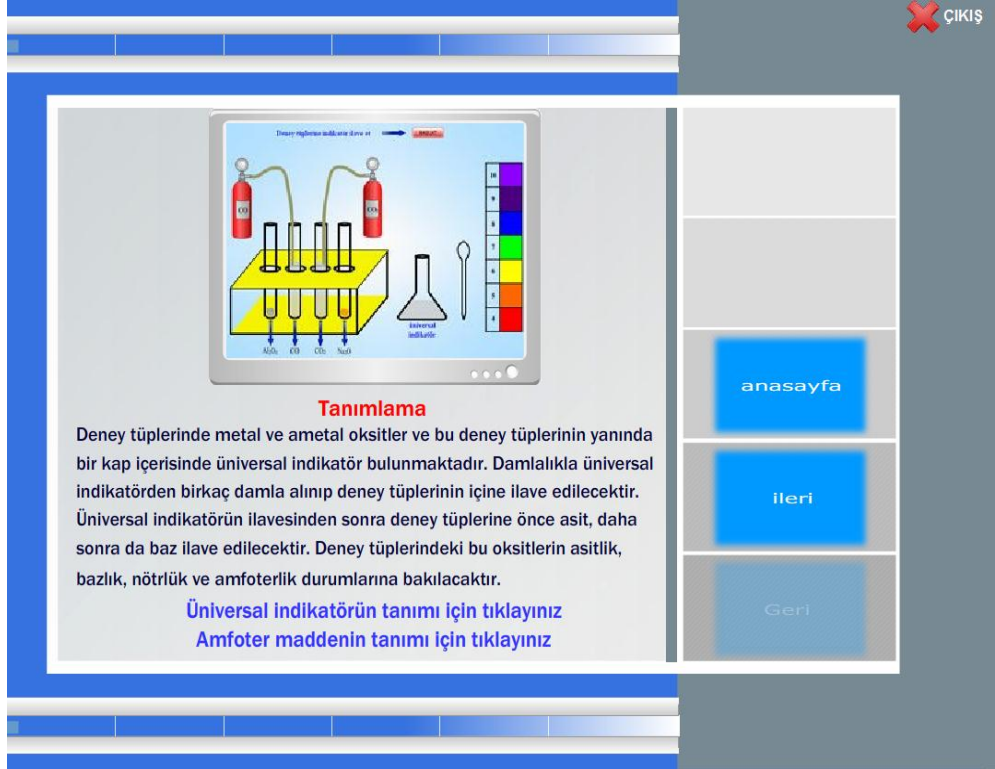
Öğrenciler, ekranda görülen “giriş” butonuna bastıkları zaman Şekil 3'teki “ana menü” kısmı ile karşılaşmaktadırlar.



Şekil 3. Ana menünün görüntüsü

Sonrasında ise, hangi konu çalışılacaksa o konuyla ilgili etkinliğin butonu tıklanmaktadır. Örneğin, öğrencilerin “metal ve ametal oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterlikle” ilgili etkinliği çalışmak istedikleri varsayıldığında, menüdeki ilgili buton tıklandığında karşılına ilk olarak “Tanımlama” basamağı gelmektedir. Şekil 4’te bir örneği görüldüğü gibi, bu kısımda etkinlikle ilgili bir fotoğraf karesi ve yapılacak etkinlikle ilgili bilgiler bulunmaktadır. Fotoğraf karesi yapılacak ekinlikten alınmıştır. Öğrencilerin konuda geçen ve tanımlarını bilemeyebilecekleri düşünülen kavramlar yine bu kısımda yer almaktadır. Tanımı bilinmeyen kavramın üzerine tıklandığında bununla ilgili tanım ekrana gelmektedir. Bu etkinlik için, universal indikatör ve amfoter kavramlarının tanımı yer almaktadır. Aşağıda, bu etkinliğin tanımlama, tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarındaki ekran görüntüleri gösterilecektir. Hazırlanan 15 etkinliğin, her bir aşamadaki ekran görüntüsü Ek 6’da yer almaktadır.





X ÇIKIŞ

**Tanımlama**

Deney tüplerinde metal ve ametal oksitler ve bu deney tüplerinin yanında bir kap içerisinde üniversal indikatör bulunmaktadır. Damlalıklarla üniversal indikatörden birkaç damla alınıp deney tüplerinin içine ilave edilecektir. Üniversal indikatörün ilavesinden sonra deney tüplerine önce asit, daha sonra da baz ilave edilecektir. Deney tüplerindeki bu oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterlik durumlarına bakılacaktır.

[Üniversal indikatörün tanımı için tıklayınız](#)  
[Amfoter maddenin tanımı için tıklayınız](#)

anasayfa

ileri

geri

Şekil 4. Metal oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterliği ile ilgili TGA etkinliğinin “Tanımlama” kısmının programdaki görünüşü

Tahmin kısmı ikinci ekran olarak, öğrencilerin karşlarına gelmektedir. Şekil 5’te görüldüğü gibi bu kısımda yapılacak deneyle ilgili tahmin sorusu yer almaktadır. Tanımlama kısmında bulunan fotoğraf karesi bu basamakta da yer almaktadır. Yalnızca bu kısımda yer alan fotoğrafın üzerine tıkladığında fotoğraf daha büyük bir ekranda karşlarına çıkmaktadır. Bu şekilde bir kullanım öğrencilerin tahminlerini daha net bir şekilde yapmalarını sağlamak için tasarlanmıştır. Yapılan pilot çalışmalar esnasında bazı öğrenciler, fotoğraftaki olayları tam olarak anlayamadıklarını belirttikleri için bu şekilde bir tasarıma başvurulmuştur. Öğrencilerin yapacakları tahminleri yazmaları için her bir etkinlik için ayrı çalışma kâğıtları dağıtılmıştır. 15 TGA etkinliği için geliştirilen çalışma kâğıtlarının Türkçe ve İngilizceleri Ek 7’de verilmiştir. Ayrıca bu kısımda öğrencilerin tahminlerini yazmadan gözlem aşamasına geçmesini engellemek için şifre konulmuştur. Yapılan pilot çalışmaları esnasında bazı öğrencilerin tahminlerini yapmadan gözlem aşamasına geçtiği, gözlem aşamasını izledikten sonra ise tahminlerini yaptıkları belirlenmiştir. Bu durumu, ortadan kaldırmak amacıyla iki bölüm arasına şifre konuşmuştur. Ancak öğrenciler isterlerse, geriye dönebilir; yani tanımlama aşamasına geçebilir ya da istiyorlarsa ana sayfaya geçebilirler.

**Tahmin**

Deney tüplerinin içindeki oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterlik durumlarını tahmin ediniz. Bunlardan hangileri asit hangileri baz, hangileri amfoter ve hangileri nötrdür. Oksitleri neden asit, baz, nötr ve amfoter olarak sınıflandırdığınızı nedenleriyle birlikte yazınız? Yapacağınız tahminleri elinizdeki çalışma kağıdındaki tablo üzerine yazınız.

Tahminlerinizi yaparken deney tüplerindeki çözeltilerin alacağı renkleri yan taraftaki renk skalasını kullanarak yapınız. Bu tablodaki renkleri bir metre gibi düşünebilirsiniz.

Bu metrede 7'nin alt tarafında kalan renkleri asit olarak üst tarafında kalanları baz olarak, 7 deki rengi ise nötr olarak nitelendirebilirsiniz.

**Ön izleme yapmak için resmi tıklayınız**

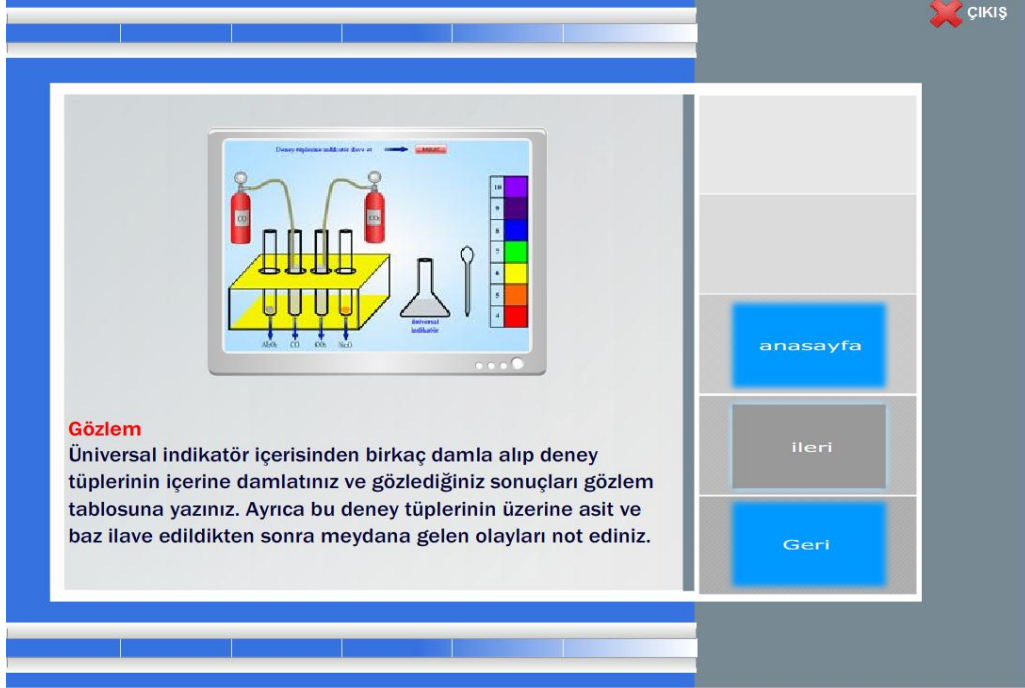
anasayfa

Geri

ÇIKIŞ

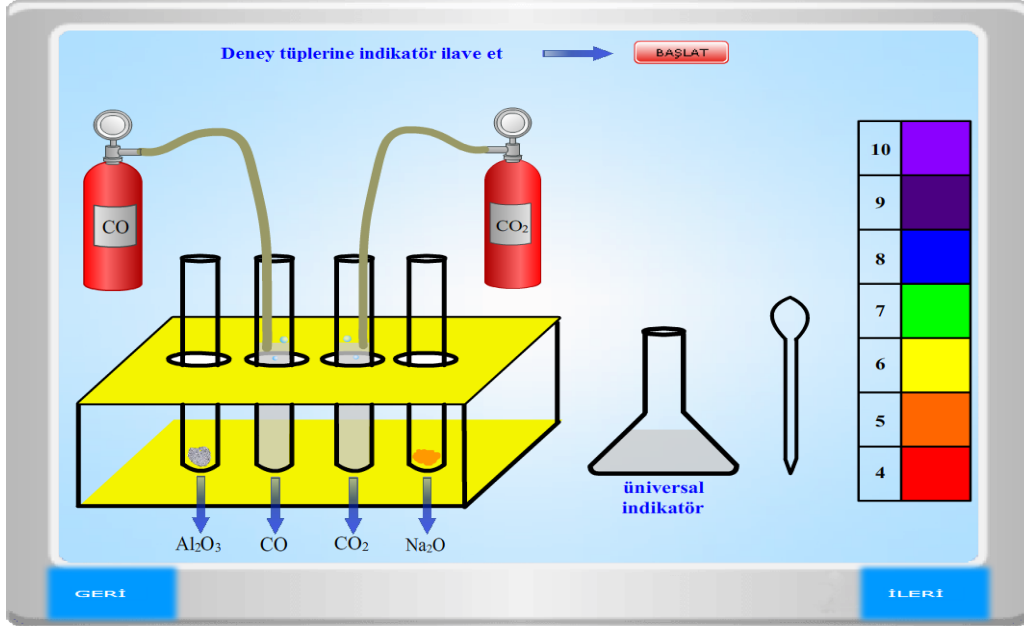
Şekil 5. Metal oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterliği ile ilgili TGA etkinliğin“Tahmin” kısmıyla ilgili ekran görüntüsü

Tahminlerini tamamlayan öğrenciler, gözlem aşamasına geçmek için ileri butonu tıkladıklarında karşlarına Şekil 6'daki ekran görüntüsü çıkmaktadır. Yani, “Gözlem” kısmı öğrencilerin karşlarına üçüncü ekran olarak çıkmaktadır. Bu kısımda yapacakları gözlemleri dikkatli incelemeleri ve not almaları için gerekli yönergeler verilmektedir. Yönergeler verildikten sonra etkinliği tam ekran izlenme istediklerinde “ileri” butonunu kullanmaları gerekmektedir.



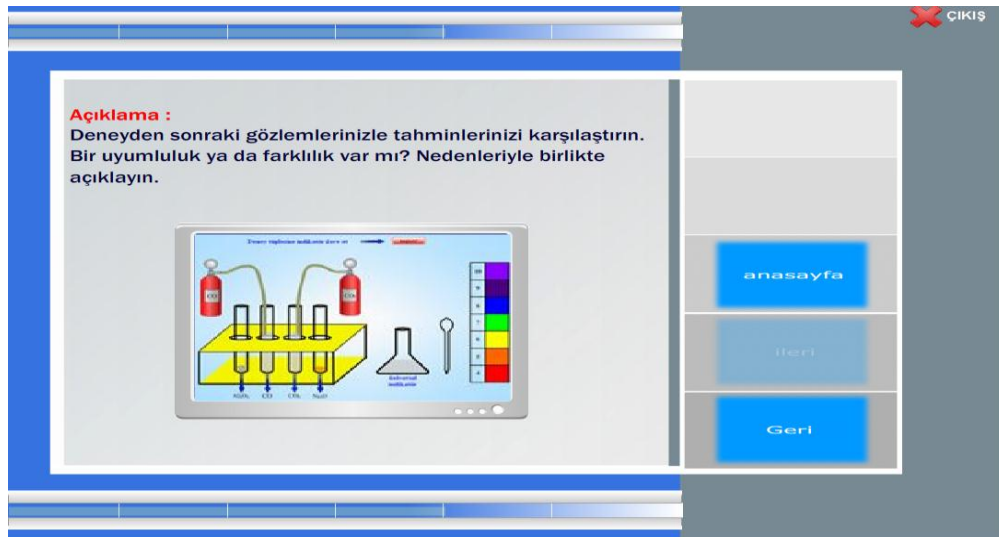
Şekil 6. Metal oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterliği ile ilgili TGA etkinliğinin “Gözlem” kısmıyla ilgili ekran görüntüsü

Öğrenciler “ileri” butonuna tıkladıklarında karşılarına Şekil 7’deki ekran görüntüsü gelmektedir. Bu ekranda, öğrenciler deneyleri sanal ortamda yapmaktadırlar. Örnek verilen etkinlik için öğrencilerin karşılarına 3 ekran daha çıkmaktadır. Bunlardan birinci ekranda, maddelerin üzerine üniversal indikatör ilave edilmektedir. İkinci ekranda, aynı maddeler üzerine asit damlatılmaktadır. Üçüncü ekranda ise, aynı maddeler üzerine baz damlatılmaktadır. Hazırlanan bilgisayar programındaki her etkinlik için bu aşamada, 3 ekran bulunmamaktadır. Bazı etkinliklerde, sadece bir ekran varken, bazı etkinliklerde iki ekran vardır. Kısacası, bu aşamadaki ekran sayısını yapılacak etkinliğin içeriğine göre değişmektedir. Aşağıda, örnek verilen etkinliğin sadece birinci ekranı, üniversal indikatör ilave edilmesi karşıımıza çıkmaktadır.



Şekil 7. Metal oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterliği ile ilgili TGA etkinliğin “Gözlem” kısmında yer alan ve deneyin gerçekleştirildiği kısım

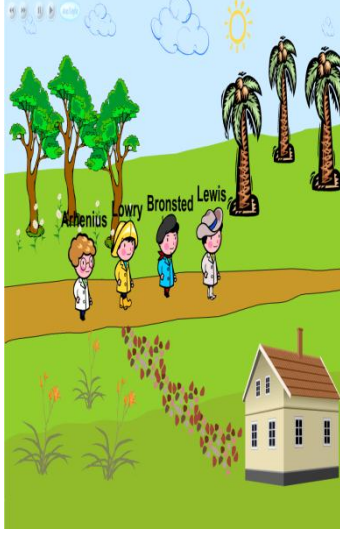
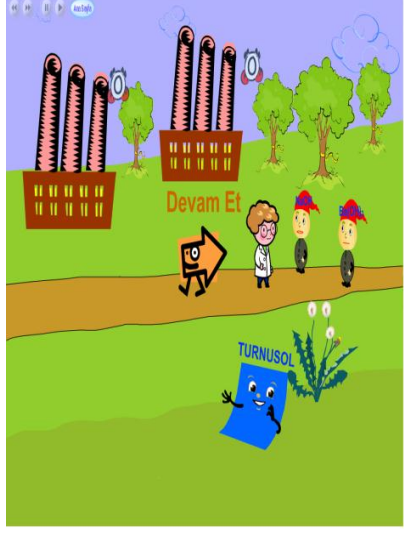
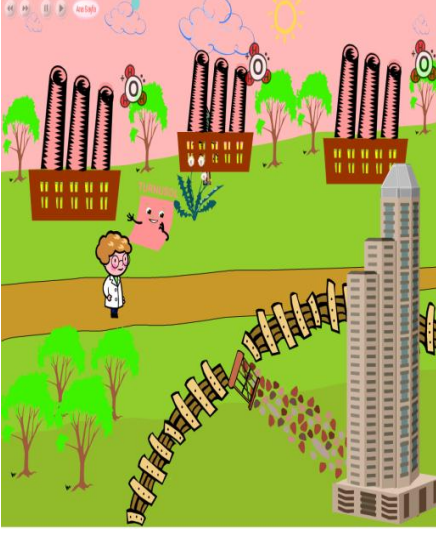
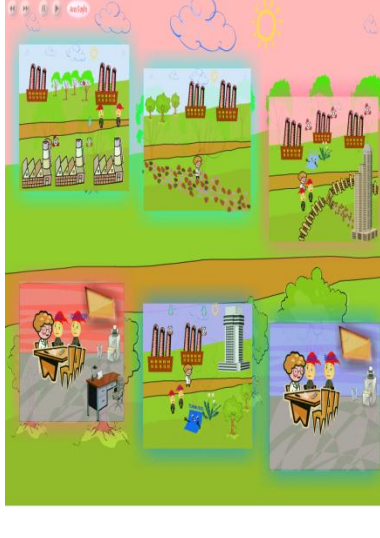
Gözlemlerini tamamlayan öğrenciler “ileri” butonunu tıkladıklarında karşlarına Şekil 8’de gösterilen “Açıklama” basamağı çıkmaktadır. Bu basamakta, ekranda yapılan etkinliğin son halini gösteren bir fotoğraf ve öğrencilerden yaptıkları tahmin ile gözlem arasında herhangi bir farklılık olup olmadığını soran bir yönerge bulunmaktadır.



Şekil 8. Aynı TGA etkinliğinin “Açıklama” basamağındaki ekran görüntüsü

Her etkinlik için, öğrencilerin tahminlerini, tahminlerinin nedenlerini, gözlemlerini ve tahminleri ve gözlemleri arasındaki farklılıklarını yazmaları için etkinlik öncesinde öğrencilere çalışma kâğıtları dağıtılmıştır.

Çalışmada, daha önceki kısımlarda Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit-baz tanımlarına yönelik hikâyesel analogilerin geliştirildiği, TGA içerisine yerleştirildiği ve sonrasında ise animasyon haline dönüştürüldüğünden bahsedilmişti. Bu yerleştirilmede, animasyon ve dijital videolardaki etkinliklerden farklı olarak animasyonların tanımlama, tahmin, gözlem ve açıklama kısımlarından bahsedilecektir. Tanımlama kısmında, hikâyenin genel bir kısım izlenmektedir. Tahmin aşamasına gelindiğinde ise, öğrencilerden hikâyenin kalan kısmında ne olacağıyla ilgili tahminlerini kendilerine verilen çalışma kâğıtlarına yazılması istenmektedir. Öğrencilerin yapacakları tahmin esnasında ekranda bir ok belirlemekte ve ekran sabit kalmaktadır. Öğrenciler tahminlerini yaptıktan sonra hikâyenin kalan kısmını “gözlem” aşamasında izlemekte ve bu kısım ile ilgili gözlemlerini yine kendilerine verilen çalışma kâğıtlarına not etmektedirler. Hikâyenin hepsi izlendikten sonra, “açıklama” basamağında, öğrencilerden tahminleri ve gözlemleri arasındaki uyumlulukları ya da uyumsuzlukları yazmaları istenmektedir. Şekil 9 hikâyenin tanımlama, tahmin, gözlem ve açıklama kısımlarıyla ilgilidir. Hikâyesel analogi kullanarak toplamda 3 animasyon hazırlanmıştır. Bu animasyonlar, Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit-baz tanımlarına yöneliktir.

Tanımlama	Tahmin	Gözlem	Açıklama
			

Şekil 9. Animasyon etkinliğinin tanımlama, tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarına yönelik gösterimleri

## 2.5. Geliştirilen Materyalin Pilot Çalışması

Araştırmada kullanılan TGA etkinliklerinin ve veri toplama araçlarının işlevlerinin belirlenmesi ve eksikliklerinin giderilmesi amacıyla pilot çalışma yapılmıştır. Tablo 4’te belirtildiği gibi hazırlanan yazılımın öğrenciler üzerinde pilot çalışması 2008–2009 eğitim öğretim yılının güz döneminde Trabzon ilinin merkezindeki bir lisede uygulanmıştır. Öğrencilerin TGA etkinliklerine verdikleri yazılı cevaplar toplanmış ve etkinlikler bittikten sonra öğrencilerle mülâkatlar yürütülmüştür. Öğrencilerden elde edilen veriler sonucunda, yapılan pilot çalışmada öğrencilerin program hakkında olumlu yönde düşündükleri belirlenmiştir. Yapılan pilot çalışma ile materyalde ve öğrencilerin çalışma kâğıtlarında, anlamakta güçlük çektikleri noktalar belirlenmiş, anlaşılmayan yerler yeniden düzenlenmiş ve düzeltilmiştir. Ayrıntılı bilgi “bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin pilot uygulaması” , “veri toplama araçlarının pilot uygulaması” ve “çalışma kâğıtlarının pilot uygulaması” bölümlerinde verilmektedir.

### 2.5.1. Pilot Uygulama Sonucunda Bilgisayara Dayalı TGA’da Yapılan Değişiklikler

1. Dijital video görüntüleri çekilmiş deneylere seslendirme yapılmıştır.
2. Materyalin ara yüzünde değişiklik yapılmış, öğrencilerin ilgisini çekeceği düşünülen sesler eklenmiştir.
3. Asit ve bazların genel özellikleri başlığı altındaki dijital video görüntüsü çekilmiş “elektriksel iletkenlik” etkinliği, öğrenciler tarafından net gözlemlenmediği belirlendiği için simülasyon olarak tekrar tasarlanmıştır. Aynı deneyde kullanılan HCl ve NaOH maddeleri, öğrencilerin çoğunluğunun “tuzların elektriği iletmediği” yanılgısına düşmelerinden dolayı  $Ba(OH)_2$  ve  $H_2SO_4$  şeklinde değiştirilmiş ve bu deneyin çalışma kâğıdında, bu maddelerin sudaki çözünürlükleriyle ilgili bilgiler verilmiştir (Ek 7).
4. Oksitlerin asitlik, bazlık, nötrlük ve amfoterlik etkinliğiyle ilgili simülasyonla yapılan deneye, deneyde yer alan maddelerin üzerine asit ve bazların eklenmesi gerektiği düşünülerek ilave olarak 2 ayrı deney daha eklenmiştir. Bu etkinliğin çalışma kâğıtlarında da yapılan pilot çalışma sonucunda değişiklik yapılarak tablolama yoluna gidilmiştir (Ek 7).

5. Tanımlama kısmına, etkinlikte geçen ve öğrenciler tarafından bilinmediği düşünülen kavramlar hakkında bilgi veren kısım eklenmiştir.
6. Titrasyon ile ilgili TGA etkinliğinde kuvvetli baz (NaOH)- zayıf asit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) titrasyon eğrisi, pilot çalışmanın yapıldığı öğretmenin isteğiyle kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonu haline dönüştürülmüştür.

### **2.5.2. Veri Toplama Araçları İçin Yapılan Pilot Çalışmalar**

Yapılan pilot çalışmadan sonra:

1. Kelime ilişkilendirme testinde kullanılan anahtar kavramların (asit, baz, tuz, pH, indikatör, nötrleşme, titrasyon, tampon çözelti) sayısı artırılarak “hidroliz, pOH, kuvvetlilik, konsantrasyon, eş değerlik noktası, dönüm noktası, amfoter, iletkenlik” anahtar kavramları KİT’e eklenmiştir.
2. Kavram haritalarının tanıtılması aşamasında, hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kavram haritasına ilave olarak zincir kavram haritaları eklenmiştir.

### **2.5.3. Pilot Çalışmalardan Sonra TGA Çalışma Yapraklarında Yapılan Değişiklikler**

1. Yapılan pilot çalışmadan sonra “tahmin”, “tahminin nedeni”, “gözlem” ve “ tahmin ve gözlem arasındaki fark” başlıkları altında açık uçlu bulunan kısımlar mümkün olan her etkinlik için yeniden düzenlenmiştir.
2. Asit ve bazların tanımları kısmında yer alan animasyonlar için (Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis tanımları için) her bir hikâyeye özgü çalışma kâğıtları hazırlanmıştır. Bu tanımlar için yine “tahmin”, “tahminin nedeni”, “gözlem” ve “ tahmin ve gözlem arasındaki fark” kısımları bulunmakta, fakat tahmin ve tahminin gerekçeleri kısmı için tablolar oluşturularak öğrencilerin bu tablolardaki bilgileri doldurmaları istenmiştir.
3. Oksitlerin asitlik, bazlık, amfoterlik ve nötrlük etkinliği hazırlanan “tahmin”, “tahminin nedeni”, “gözlem” ve “ tahmin ve gözlem arasındaki fark” kısımlarının açık uçlu yazılmasıyla oluşan çalışma kâğıdı da, pilot çalışmasından sonra tablolar haline dönüştürülmüştür.



4. Elektriksel iletkenlik etkinliğinin pilot çalışmasından sonra, değiştirilen maddelerin sudaki çözünürlüklerini gösteren bir tablo çalışma kâğıdının alt kısmına yerleştirilmiştir.
5. Kuvvetlilik ve konsantrasyon etkinliğinin pilot çalışmasından sonra, çalışma kâğıtlarına öğrencilerin maddelerin moleküler düzeydeki çizimleri yapmalarına yardımcı olacak kaplar yerleştirilmiştir.

## 2.6. Asıl Çalışma

Bu çalışma, 2008–2009 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde Trabzon il merkezindeki bir Anadolu lisesinin fen kolunda 11. sınıfta öğrenim gören 12 öğrenci ile yürütülmüştür. Aynı çalışma, materyallerin İngilizceye çevrilmesi ile ABD'nin Indiana eyaletinin West Lafayette kentinde yer alan bir lisede öğrenim gören toplamda 5 öğrenci ile tekrarlanmıştır. Çalışmada, 11. sınıf kimya öğretim programında yer alan “Asitler ve Bazlar” ünitesine yönelik bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri geliştirilmiş ve bunların öğrencilerin kavramsal anlamasında nasıl bir değişim ve gelişim gösterdiği incelenmiştir. Bu amacı gerçekleştirmek için, örneklemdaki öğrencilere uygulamalara başlamadan önce ve uygulama bittikten sonra Kavram haritaları çizdirilmiş, Kelime İlişkilendirme Testi uygulanmış, çizimler yaptırılmış ve çizimler hakkında mülâkatlar yürütülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin uygulanan veri toplama araçlarında ne demek istediklerini daha detaylı araştırmak amacıyla mülâkatlar yürütülmüştür. Türkiye’de yapılan asıl uygulamalar gönüllü öğrenciler ile okullarının bilgisayar l boratuvarında 10 ders saatinde yürütülmüştür. ABD’de yapılan uygulamalarda ise öğrencilerle bireysel olarak 10 ders saatinde çalışılmıştır. Tablo 4’de bir kısmı açıklanmıştır.

Asıl çalışmada, her iki örneklem grubundaki öğrenciler bireysel olarak, okullarının bilgisayar laboratuvarında çalışmayı yürütmüşlerdir. Öğrencilere, her bir etkinlik için tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında yaptıklarını kaydetmeleri için çalışma kâğıtları dağıtılmıştır. Sınıfta öğretmen, bir yönlendirici gibi davranmıştır. Öğrencilerin, sordukları soruların cevapları bazı durumlarda bireysel bazı durumlarda tüm sınıfa yönelik olarak yapılmıştır.

## 2.7. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırmada kullanılacak veri toplama araçlarının neler olduğu ve bu veri toplama araçlarının çalışmada nasıl kullanıldığı hakkında bilgi verilmektedir. Çalışmada kelime ilişkilendirme testi (KİT), kavram haritaları (KH), çizimler, çizimlerle ilgili yapılan mülâkatlar ve TGA yönteminin yazılı cevap gerektiren kısmı veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bu araçlardan KH, KİT, çizimler ve çizimler hakkındaki mülâkatlar uygulama öncesi ve uygulama sonrasında kullanılmasına rağmen, TGA etkinliklerinden elde edilen çalışma kâğıtları süreç içerisinde kullanılmıştır.

### 2.7.1. Kelime İlişkilendirme Testi

Kelime ilişkilendirme, bireylerin verilen bir dizi kavram (veya terim adı) içerisindeki algılamalarını doğrudan araştıran ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri açığa çıkarmada kullanılan bir tekniktir (White ve Gunstone, 1992; Atasoy, 2004). Bu teknikte, bireylere bir konu veya bir disiplin içerisine yer alan anahtar kavramlar (uyarıcı kelimeler) verilmekte ve bireylerden bu anahtar kavramlara (veya uyarıcı kelimelere) tek kelimelik cevap yazması (Moreira ve Santos, 1981; White ve Gunstone, 1992; Bahar ve Özatlı, 2003; Atasoy, 2004; Özatlı, 2006, Nakiboğlu, 2008; Bahar ve Tongaç, 2009) ya da söylemesi (Shapperd, 1997, 2006) beklenmektedir. Böylelikle, amaç; uyarıcı kelimelere verilen bir dizi cevap kelimeleri bulmaktır.

Eğitimsel bir araç olarak kullanılan kelime ilişkilendirme testi (KİT), bireylerin bilişsel yapısını ortaya koymada (Kempa ve Nicholl, 1983; Bahar ve Özatlı, 2003; Özatlı, 2006; Nakiboğlu, 2009; Bahar ve Tongaç, 2009), kavramsal değişimleri tespit etmede (Bahar ve Özatlı, 2003; Özatlı, 2006), kavramsal ilişkileri ölçmede (Moreira ve Santos, 1981) ve kavram yanlışlarını tespit etmede (Özatlı, 2006) kullanılmaktadır. Ayrıca yapılan araştırmalarda, KİT'in, bir disiplinin ve bir durumun anlaşılmasında, bireylerin zihinsel dünyasını, sözel hafızasını, düşünme sürecini, duygusal durumunu ve kişiliğini açığa çıkarmada kullanıldığı da rapor edilmektedir (White ve Gunstone, 1992; Atasoy, 2004; Nakiboğlu, 2008).

Bu çalışmada kullanılan Kelime İlişkilendirme Testi ile:

1. Asit ve bazlar ünitesi başlamadan önce öğrencilerin bu üniteye ilişkin kavramlarla ilgili sahip oldukları ön bilgileri ortaya çıkarmak,



KİT'in uygulanması çeşitli şekillerde yapılabilmektedir. Örneğin, uygulamalardan bazıları zaman limiti içerebilmekte ya da zaman kısıtlaması olmadan yapılabilmektedir, bazılarında bireylerden bir sıralamanın yapılması istenebilmektedir, bazıları ise ilişkilendirilecek kelimelerin belirli bir alandan olmasını veya verilen kelime listesinden olması istenebilmektedir (Shavelson, 1972; Moreira ve Santos, 1981; Tsai ve Huang, 2002). Testin en yaygın şekilde uygulanmasında ise, öğrencilere anahtar kelimeler verilmekte ve belli bir süre içerisinde (yaklaşık 30 sn.), öğrencilerden her bir uyarıcı kelimeye verebilecekleri kadar çok kelime yazmaları sağlanmaktadır. Testte anahtar (uyarıcı) kavramlar, zincirleme cevap verme riskini önlemek amacıyla alt alta yazılmaktadır (White ve Gunstone, 1992; Bahar ve Özatlı, 2003; Atasoy, 2004; Bahar ve Tongaç, 2009). Eğer bu yapılmazsa, yani öğrenciler anahtar kavrama tekrar dönmezse anahtar kavram yerine yazdığı kavramın aklına getirdiği kelimeleri yazabilecektir ve bu da çalışmanın amacını zedeleyebilecektir (White ve Gunstone, 1992; Atasoy, 2004; Özatlı, 2006).

Çalışmada kullanılan kelime ilişkilendirme testi hazırlanırken, öncelikle anahtar kavramlar seçilmiştir. Anahtar kavramlar orta öğretim programında yer alan kavramlar göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Çalışmada 16 anahtar kavram kullanılmıştır. Kullanılan anahtar kavramlar, “asit, baz, tuz, pH, pOH, indikatör, hidroliz, nötrleşme, amfoter, titrasyon, iletkenlik, kuvvetlilik, konsantrasyon, tampon çözelti, eş değerlik noktası, dönüm noktası” dır. Her bir anahtar kavram için 10 boşluk bırakılmıştır. Hazırlanan kelime testi'nin baş tarafına yukarıdaki paragraflarda yer alan bir önerge yazılmıştır.

### **2.7.2. Kavram Haritaları**

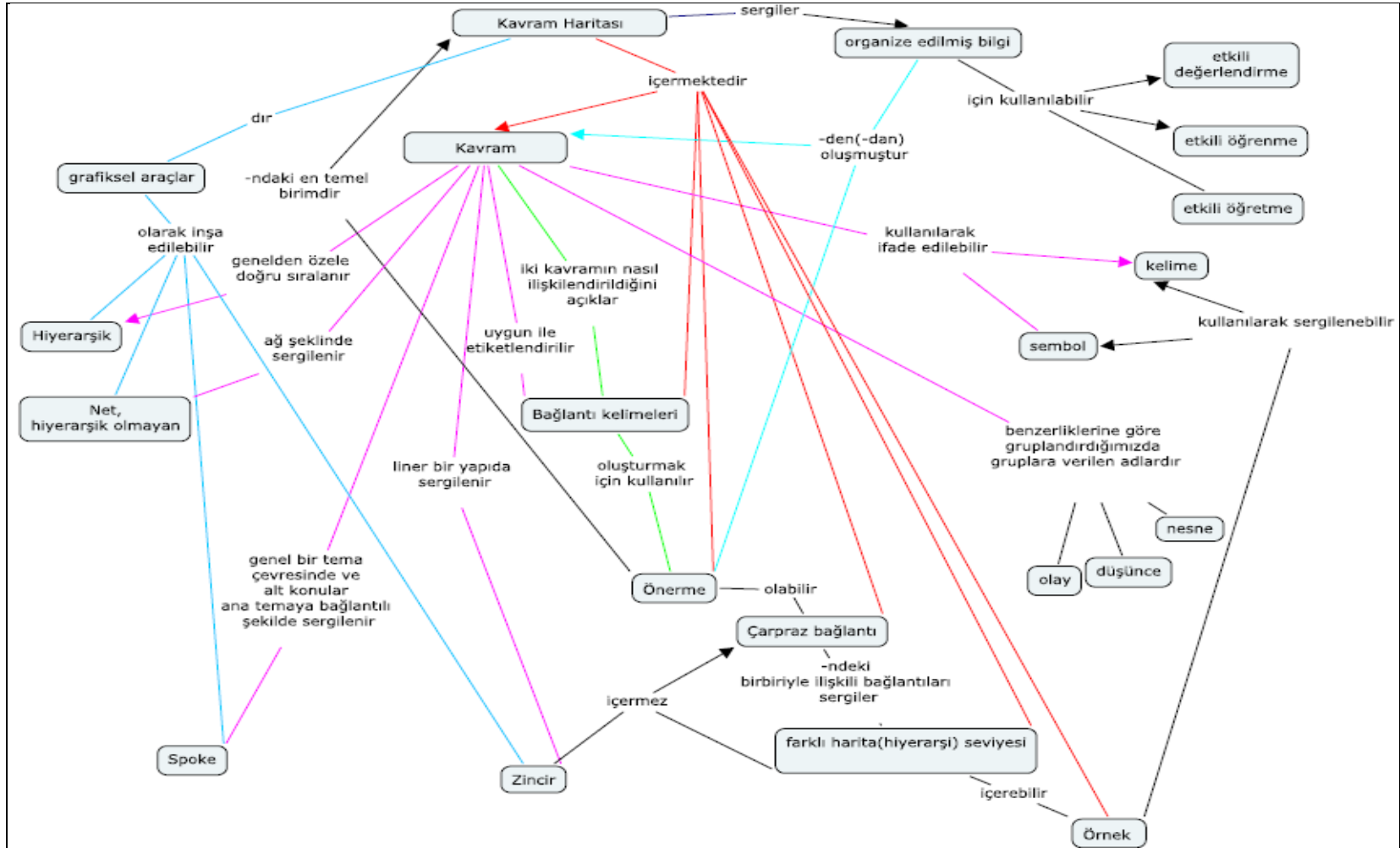
Kavram haritaları, bilgileri organize etmede kullanılan grafiksel araçlardır. Kavram haritaları; kavramlar, önermeler, bağlantı kelimeleri, çapraz bağlantılar ve örnekler gibi çeşitli öğeleri içermektedir. Bu öğelerden birisi olan kavramlar, olayları, nesnelere benzerlikleri ve farklılıklarına göre gruplandırıldığımızda bu gruplara verilen isimlerdir ve çoğu zaman bir kelime veya sembole ifade edilebilmektedir. Kavram haritalarındaki kavramlar, kutu ya da yuvarlak içine alınmıştır ve bunları birbirlerine bağlayan çizgi ya da oklar bulunmaktadır. Bu çizgi ya da oklar üzerinde yer alan kelimeler, bağlantı kelimeleri olarak adlandırılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, kavram haritalarında, iki ya da daha fazla kavram, birbirilerine bağlantı ekleriyle bağlanabilmektedir. Kavram haritalarının diğer bir

ögesi olan önermeler, evrende doğal olarak meydana gelen ya da oluşturulan olaylar ya da nesnelere hakkındaki ifadelerdir ve kelimeleri ya da cümleleri kullanarak anlamlı bir ifade meydana getirmek için iki ya da daha fazla kavramı içermektedir. Kavram haritalarında kullanılan önermeler öğrencilerin iki kavramı birbirlerine nasıl bağladıklarını anlamak için kullanılmaktadır. Kavram haritasının diğer bir özelliği, çapraz bağlantıları içermesidir. Çapraz bağlantılar, kavram haritasının farklı seviyesindeki kavramları birbirlerine bağlayan ve bu kavramlar arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklayan bağlantılardır. Bir kavram haritasında çapraz bağlantıların olması bireylerin yaratıcı düşüncelerini nasıl ifade ettiğini göstermesi açısından son derece önemlidir. Kavram haritasında karşımıza çıkan diğer bir öge ise, olayların ya da nesnelere spesifik örnekleridir. Bu örnekler, verilen bir kavramın daha iyi anlaşılabilmesine yardımcı olmaktadır. Kavram haritalarındaki örnekler, kavramlardan ayırt edilebilmeleri için kutu veya yuvarlak içerisine alınmamaktadır (Novak ve Gowin,1984; White ve Gunstone, 1992; Wandersee, Mintez ve Novak, 1994; Ruiz-Primo ve Shavelson, 1996; Ayas ve diğerleri, 1997) .

Şekil 10’da da gösterildiği gibi Kavram haritası şematik bir gösterimdir ve hiyerarşik, net ya da ağ şeklinde, zincir ya da spoke olarak değişik şekillerde gösterilebilmektedir. Kavram haritasıyla ilgili yapılan ilk çalışmalar, kavram haritasının hiyerarşik bir yapıda olması gerektiği yönündeyken, son yıllarda yapılan çalışmalar, hiyerarşik kavram haritası oluşturmanın her konu için uygun olmadığı yönündedir. Ayrıca, yapılan bazı çalışmalar da öğrencilerin kavram haritası hazırlarken hiyerarşik bir yapıdan ziyade, hiyerarşik olmayan bir yapıyı tercih ettikleri bilinmektedir (Novak ve Gowin, 1984; Ruiz-Primo ve Shavelson, 1996; Ebenezer ve Haggerty, 1999; Kaya, 2003; Kaya ve Ebenezer, 2003; Kaya, 2008). Bununla beraber, hiyerarşik kavram haritasında kavramlar en genel olandan en özel olana doğru hiyerarşik olarak sıralanmaktadır. Hiyerarşik olmayan (net ya da ağ kavram haritası) kavram haritalarında, en genel kavram sayfanın ortasına yazılır ve onunla ilgili diğer kavramlar en genel kavramın çevresinde net ya da ağ şeklinde sıralanır. Zincir kavram haritalarında, kavramlar birini takip eden ardışık kavramlar olarak liner bir yapıda sıralanmaktadır. Spoke kavram haritalarında ise, merkezde en genel kavram bulunmaktadır; diğer alt kavramlar merkez kavrama bağlanmaktadır.

Kavram haritaları, 1972 yılında Novak ve arkadaşlarının Cornell üniversitesine yürüttükleri bir araştırma programında geliştirilmiştir. Yaptıkları çalışmada, Novak ve arkadaşları, öğrencilerin feni bilmelerindeki değişimi anlamaya çalışmışlar, bunun için

birçok öğrenciyle klinik mülakatlar yürütmüşler ve öğrencilerin fen kavramlarıyla ilgili anlamalarındaki spesifik değişimi mülakat transkriptleri kullanarak anlamının zor olduğunu bulmuşlardır. Bu yüzden, Ausubel'in öğrenmenin yeni kavramların özümsemesi ve öğrenenin sahip olduğu kavramsal çatı ve önermelerin belirlenmesi temelini dikkate alan öğrenme kuramını kullanarak kavram haritalarını ortaya çıkarmışlardır. Ortaya atılan bu kavram haritaları, öğrencilerin kavramsal anlamalarını göstermede yeni bir eğitimsel araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde ise kavram haritaları, etkili öğrenme, öğretme ve değerlendirme de kullanılmaktadır (Ausubel, 1968; Novak ve Gowin, 1984; White ve Gunstone, 1992; Novak, 1993; Mintez, Wondersee ve Novak, 1997). Ayrıca, Kavram haritaları ön bilgilerin değerlendirilmesini ve kavram yanılgılarının belirlenmesini sağlamaktadır (Mintez, Wondersee ve Novak, 1997).



Şekil 10. Kavram haritasının kavram haritası

### 2.7.2.1. Kavram Haritalarının Hazırlanması ve Uygulanması

Kavram haritalarının hazırlanmasıyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, değişik yolların izlendiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada, hiyerarşik, hiyerarşik olmayan ve zincir kavram haritalarının nasıl hazırlandığı ile ilgili bilgilere yer verilecektir.

Ayas ve diğerleri (1997), Kavram haritalarının yapımında izlenmesi önerilen genel kuralları aşağıdaki gibi sıralamaktadır:

1. Öğretilecek konunun kavramları listelenir. Kavramlarla ilgili açıklama gerekmez. Eşya ve olayların tekil örnekleri, özel adlar kavram olmadıkça bu listeye alınmaz. İlkeler ve kavramlar arası ilişkiler bu listeye dahil değildir.
2. Kavramlar listesinden en genel veya üst düzeyde olan sözcük ayrı bir sayfanın başına yazılır. Bu bir kavram olabileceği gibi bir tema da olabilir. Bundan sonra öğretilmek istenen ilişkili kavramlar aşamalı bir düzende sayfaya yerleştirilir. Düşey düzenlemede en genel kavram en üstte, eşit genellikteki kavramlar aynı satırda, diğerleri genellikle derecelerine göre azalan sırada sayfanın altına doğru sıralanır. KH aşamalılığı öğretebileceği için bu sıralama önemlidir. Her kavram haritada yalnız bir kez yer almalıdır.
3. Kavramlar haritadaki diğer sözcülerden kolayca ayırt edilebilmelidir; bunun için kavramlar kutu veya yuvarlak içine alınır.
4. Öğretilmek istenen kavramlar arası ilişkiler, genellemeler ve ilkeler ayrıca listelenir.
5. Kavram haritasında iki kavram arasındaki ilişkiyi göstermek üzere iki kutu bir çizgi ile bağlanır. İlişki bu çizginin üzerine birkaç kelimelik bir ibareyle yazılır.
6. Kavram haritası gereğinden fazla şişirilmemelidir. Harita başlangıçta basit tutulmalıdır. Harita çok sayıda kavramı, ilişkiyi ve ilkeyi içeriyorsa önce en önemli elemanları topluca gösteren bir genel harita, sonra genel haritanın bölümlerini ayrı ayrı gösteren ayrıntılı haritalar yapılmalıdır.

Kaya (2003) ve Ruiz ve Rimo (1996) yaptıkları çalışmada “hiyerarşik olmayan kavram haritaları” oluşturulurken izlenmesi gereken adımları aşağıda gibi sıralamaktadır.

1. En genel veya en kapsamlı kavram (merkez kavram) sayfanın ortasına yazılır.
2. Daha az kapsamlı kavramlar, çizgiler ve oklarla merkez kavrama bağlanır.
3. Özel kavramları içeren alt kategoriler, üst kategorilerle ilişkilendirilir.



4. Kavramlar daireler veya kutular içerisine alınıp, kavramlar arası ilişkiler bağlantı kelimeleri veya ekleri ile anlamlı birer önerme haline getirilir.
5. Örnekler ilgili kavramlarla ilişkilendirilir. Ancak bu örnekler daireler veya kutular içerisine alınmamalıdır.
6. Haritanın farklı kısımlarındaki kavramlar arası ilişkileri göstermek için çapraz bağlantılar kurulur.

Kaya (2003)'te yaptığı çalışmada zincir kavram haritalarının hazırlanması için izlenmesi gereken adımları şu şekilde rapor etmiştir.

1. Ardışık veya sırasal olarak da adlandırılan zincir kavram haritalarında kavramlar yukarıdan aşağıya doğru birbirini takip eden sıralar şeklinde liner olarak sıralanır.
2. Birbirini takip eden kavramlar arasındaki bağlantılar, bağlantı kelimeleri veya ekleri ile ilişkilendirilmesi sonucu oluşturulur.

Bu kavram haritasıyla ilgili Novak (2001) ve Kaya (2003), zincir kavram haritalarının değerlendirilmesi esnasında öğretmenlerin, bu şekilde bir kavram haritası hazırlayan öğrenciler hakkında, konuyla ilgili kavramları anlamasında veya kavram haritası tekniğinin doğası hakkında bazı sorunlara sahip olduğu sonucuna varabileceği, çünkü bu tür kavram haritasının yetersiz kavramayı gösterdiğini rapor etmektedir.

Çalışmada kullanılan kavram haritalarının uygulanması süreci 3 oturumdan (aşamadan) meydana gelmektedir. Aşağıda bu oturumlarda yapılanlar yer almaktadır.

İlk oturumda kavram haritasının öğeleri (kavram, merkez kavram, hiyerarşi, çapraz bağlantı, örnekler, bağlantı kelimeleri ve ekleri) hakkında öğrencilere açıklayıcı bilgiler verilmiştir. Daha sonra tüm öğrencilerin bildiği genel bir konuyla ilgili basit bir kavram haritası hazırlanmıştır.

İkinci oturumda, öğrencilerle beraber farklı konularda daha kapsamlı kavram haritaları hazırlanmıştır. Bu aşamada farklı yapısal özelliklere sahip kavram haritası örnekleri (hiyerarşik, hiyerarşik olmayan ve zincir kavram haritaları) ve bunların birbirinden farklı olan yönleri üzerinde durulmuştur. Ardından, son oturuma gelmeden önce kendi istedikleri bir konuyla ilgili kavram haritası hazırlaması ve incelenmesi için araştırmacıya verilmesi sağlanmıştır.

Son oturumda, daha önceden incelenmiş ve gerekli dönütlerin verildiği kavram haritaları öğrencilere dağıtılıp, kavram haritalarında belirlenmiş genel eksiklikler ve hatalar üzerinde durulmuştur.

Çalışmada, kavram haritaları uygulama öncesi ve uygulama sonrasında uygulanmıştır. Öncelikle öğrencilere, uygulama öncesinde “hiyerarşik, hiyerarşik olmayan ve zincir” kavram haritaları anlatılmıştır. Sonrasında, öğrencilerden başka konularla ilgili örnek kavram haritaları hazırlamaları istenmiştir. Öğrencilerin hazırlamış oldukları bu kavram haritalarına dönütler verilmiştir. Son aşamada ise öğrencilerden asit- baz kimyası ile ilgili kavram haritası çizmeleri istenmiştir.

### **2.7.3. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA)**

TGA, öğrencilerin, araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlikte geçen olayın sonucunu nedenleriyle birlikte tahmin etmelerini, olayı gözlemlemelerini ve tahminleri ile gözlemleri arasındaki çelişkiyi ortadan kaldırmaya yönelik açıklama yapmalarını gerektiren bir tekniktir. Anlamayla ilgili hedefler olan durumların, kavramların ve her bir bilgi elemanının anlaşılmasının incelenmesi ve öğretimde kavramsal değişimin sağlanmasında kullanılan bu tekniğin uygulaması 3 aşamadan meydana gelmektedir.

1. İlk aşamada (tahmin aşaması), araştırmacı tarafından oluşturulacak etkinlikte geçen olaylar hakkında tahmin yapmaları ve tahminlerini nedenleriyle birlikte açıklamaları istenir. Bu tür bir uygulama öğrencilere seçenekler sunularak yapılabileceği gibi açık uçlu bir soru sorulmak suretiyle de yapılabilir.
2. İkinci aşamada (Gözlem aşaması), İkinci basamağı oluşturan bu aşamada ise, öğrencilerin oluşturulan etkinlikte geçen olayla ilgili gözlem yapmaları sağlanır. Burada önemli olan, araştırmacı tarafından yapılan etkinlikte yer alan olayın, öğrenci tarafından kolaylıkla gözlenebilir şekilde olması ve ayrıca öğrencinin zihninde çelişki meydana getirebilecek nitelikte olması gerektiği önerilmektedir (White ve Gunstone, 1992; Tao ve Gunstone, 1997).
3. Son aşamada (Açıklama aşaması) ise öğrencilerin, olayla ilgili tahminleri ile gözlemleri arasında meydana gelen çelişkili durumu ortadan kaldıracı açıklama yapmaları sağlanır. Öğrenci açıklamaları mülâkatlar ile desteklenerek öğrenci anlamaları hakkında daha ayrıntılı bilgiler tespit edilebilir (Liew ve Treagust, 1998).

Kısaca TGA, tahmin etme, tahminlerini doğrulama, gözlemlerini tanımlama ve yapılan tahmin ve gözlemler arasında var olan çelişkileri giderme basamaklarını içermektedir (White ve Gunstone, 1992). Bu yöntemin temeli, bir hipotezin ifade edildiği

ve bu hipotezin niçin doğru olabileceğiyle ilgili nedenlerin verildiği, hipotezle ilgili gerekli verilerin toplandığı ve sonuçların tartışıldığı klasik araştırma modeline dayanmaktadır. TGA yöntemi, Pittsburgh Üniversitesinde başlangıçta Gösteri-Gözlem-Açıklama (GGA) [DOE (demonstrate-observe-explanation)] olarak adlandırılan bir tekniğin geliştirilmiş halidir. TGA tekniği, öğrencilerin kavramlar hakkında düşünmelerini sağlamak için bir uyarıcı olarak gerçek yaşamdaki, gözlenebilir olayları kullanmaktadır (Kearney, 2002; Kearney, 2004).

TGA tekniği, bilgisayar destekli olarak yapılan bu çalışmanın ana kısmını oluşturmaktadır. Çalışmada asit-baz kimyası ile ilgili öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri, yanlış anlama gösterdikleri konular hakkında dijital video görüntüleri ve simülasyonlar geliştirilerek gözlem aşamasında öğrencilere sunulmuştur. Öğrencilerin tahminlerini, tahminlerinin nedenlerini, gözlemlerini ve tahminleri ve gözlemleri arasındaki farklılıkları yazabilecekleri her etkinliğe özgü çalışma kâğıtları hazırlanmış ve bu kâğıtlar etkinliklerden önce öğrencilere dağıtılmıştır. Ayrıca, öğrencilerin çalışma kâğıtlarından elde edilen veriler analiz edilmiştir. Böylelikle, bu çalışmada, TGA aynı zamanda bir değerlendirme aracı olarak da kullanılmıştır.

#### 2.7.4. Çizimler

Anlamayı incelemede kullanılan tekniklerin çoğu kelimelerin yazılı ya da sözel ifadelerini kullanmaktadır. Çizimler açık uçlu ve diğer anlamayı inceleme teknikleri ile ortaya konulamayan boyutların görülmesini sağlayan bir tekniktir (White ve Gunstone, 1992; Atasoy, 2004). Örneğin, öğrencilerin çözümler konusundaki çizimleri onların maddenin tanecikli yapısındaki görüşleri hakkında zengin bir bilgi açığa çıkarmakta iken, öğrencinin çözümlerinin ve çözümlerinin rolü ve doğası hakkındaki anlamaları ise sözel ve yazılı verilerden elde edilebilmektedir (Nakhleh, 1994). Bazı durumlarda çizimlerin birçok kelimeyle ifade edilebilecek şeylerden daha değerli olduğu ifade edilmektedir (Shapperd, 1997).

Bu teknikte, öğrencilerden verilen bir olayla ilgili ne gördükleri ya da neyi görmeyi düşündüklerinin çiziminin yapılması istenir. Çizimler, makroskobik olaylara ya da atom ve iyon gibi görülmeyen nesnelere uygulanabileceği gibi soyut kavramlar için bile yapılabilir. Çizim tekniğinin uygulanması çok kolaydır. Öğrencilere: “bir.....çiziniz?” şeklindeki bir açıklamanın yeterli olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, öğrencilerden bilgisayara dayalı TGA etkinliklerin uygulanmasının önce ve sonrasında asit-bazların mikroskopik düzeydeki gösterimleri ve gözlemleyebileceği fenomenler hakkında çizim yapmaları istenmiştir.

## **2.8. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi**

Araştırmanın verileri kavram haritası, kelime ilişkilendirme testi, çizimler ve TGA'lardan elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizlerinin nasıl yapıldığı aşağıdaki başlıklar altında detaylı olarak açıklanmıştır.

### **2.8.1. Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilecek Verilerin Analizi**

Testin değerlendirilmesinde her öğrencinin her anahtar kavram için verdiği cevap kelimeler tek tek tespit edilir. Kaç çeşit cevap kelime verildiği ve bunların hangi anahtar kavram için kaçar defa tekrar edildiğini gösteren bir frekans tablosu hazırlanır. Eğitimden önce ve sonra uygulanan KİT'den elde edilen frekans tablosuna bakarak her iki durum içinde zihin haritası hazırlanır. Zihin haritasının hazırlanmasında, Bahar ve diğerlerinin (1999), Kesme noktası tekniği kullanılabilir. Bu teknikte, her bir anahtar kavram için verilen geçerli kelimeler sayılır ve bir frekans tablosu hazırlanır. Frekans tablosundaki en yüksek frekansın 3 ya da 5 aşığı kesme noktası olarak belirlenir (Bahar ve diğerleri,1999; Bahar ve Özatlı, 2003; Nakiboğlu, 2008). Belirlenen kesme noktasına eşit ya da ondan fazla frekansa sahip olan cevap kelime veya anahtar kelimeler haritanın üst kısmında yer alır. Kesme noktası belirli aralıklarla aşağıya doğru çekilerek bütün anahtar kavramların zihin haritasında ortaya çıkması sağlanır.

Bu çalışmada, KİT'in analizi esnasında öğrencilerin anahtar kavramlara verdikleri bütün cevap kelimeler konuyla alakalı olmasa dahi sayılmıştır. Ayrıca, araştırmacı hazırlanan frekans tablosundan sonra kesme noktasının belirlenmesi aşamasında Türkiye'deki örneklem için en yüksek frekansı alan cevap kelimenin 3 aşığı kesme noktası olarak alırken, ABD'deki örneklem için en yüksek frekansı alan cevap kelimenin 1 aşığı almıştır. Örneğin, ön KİT'de en fazla frekansa, 10 kişinin cevap kelime olarak yazdığı acı ve ekşi kelimeleridir. Dolayısıyla, ön KİT'te en fazla verilen cevap kelimelerin frekansı 10'dur. Bu 10 rakamının 3 aşığı kesme noktası olarak kabul edilmiştir, yani ön

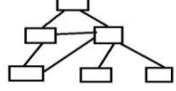
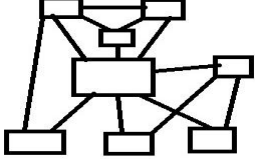
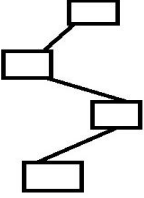
KİT'teki kesme noktası 8 ve yukarıdır ( $KN \geq 8$ ). Zihin haritasının ilk hali,  $KN \geq 8$  için hazırlanmıştır. Daha sonra kesme noktası 3 aşağıya çekilerek, zihin haritası  $KN=7-5$  arası için hazırlanmıştır. Bu aşamada bütün anahtar kavramlar haritada ortaya çıkmadığı için  $KN$  aşağıya doğru çekilmeye devam etmiştir.  $KN=4-2$  arasında bütün anahtar kavramlar kavram haritasında ortaya çıkmıştır. ABD'deki örneklem için ön KİT'te en yüksek frekans asit anahtar kavramı için aşındırıcı cevap kelimesidir. Bu cevap kelimenin frekansı 3'tür. Bu yüzden, kesme noktası olarak 3 ve yukarısı alınmıştır. Sonra KİT'teki anahtar kavramların hepsi kavram haritasında görünene kadar kesme noktası aşağıya çekilmiştir. Her iki örneklem grubu için hazırlanan ön ve son KİT'e ait frekans tabloları Ek 9'da verilmiştir.

### **2.8.2. Kavram Haritasından Elde Edilen Verilerin Analizi**

Çalışmadaki kavram haritaları araştırmacı tarafından hazırlanan bir rubrik (Ek 10) ile değerlendirilmiştir. Hazırlanan rubrik 3 kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda öğrencilerin hazırlamış oldukları kavram haritaları nitel olarak incelenmiş, onların hangi tür kavram haritası (hiyerarşik, hiyerarşik olmayan ve zincir kavram haritaları) çizdikleri üzerinde durulmuştur. Tablo 5'te kavram haritasının şekilsel olarak nasıl analiz edildiği görülmektedir. İkinci kısımda, nicel bir inceleme vardır. Buradaki nicel inceleme Novak ve Gowin (1984) tarafından geliştirilen ve kavram haritalarını değerlendirmek amaçlı kullanılan modeli temel alınarak araştırmacı tarafından farklı puanlamalar ve ek kriterler kullanılarak incelenmiştir. Bu incelemede, kavramların sayısı, önermelerin sayısı, çapraz bağlantıların sayısı, örneklerin sayısı, hiyerarşinin sayısı ve bağlılık sayısı olarak toplamda 6 kriter bulunmaktadır. Tablo 6'da kavram haritasının ikinci kısmının nasıl edildiği görülmektedir. Son kısımda ise, öğrencilerin hazırladıkları kavram haritaları makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar dikkate alınarak incelenmiştir. Öğrencilerin hazırladıkları kavram haritalarının nasıl değerlendirildiği ile ilgili detaylı bilgi kavram haritalarının analiz edilmesi kısmında detaylı olarak açıklanmıştır. Tablo 7'de kavram haritasının üçüncü kısmının nasıl analiz edildiği görülmektedir.

Bu çalışmada kavram haritaları, bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra öğrencilerin asit ve baz ünitesiyle ilgili kavramsal anlamalarını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.

Tablo 5. Kavram haritasının şekilsel olarak analizi (1. kısım)

Kavram haritasının yapısı	Açıklama	Kavram haritasının şekli
a) Hiyerarşik	Kapsamlı bir kavram başlığı altındaki daha az kapsamlı kavramların genelden özele doğru bir yapı içerisinde ilişkilerini gösterir.	
b) Hiyerarşik olmayan	Hiyerarşik kavram haritalarına kıyasla kavramlar arası ilişkilerin çok farklı şekillerde düzenlenmesine olanak sağlar.	
c) Zincir	Yukarıdan aşağıya doğru birbirini takip eden kavramların bağlantı kelimeleri veya ekleri ile ilişkilendirilmesini gösterir.	

İkinci kısımda öğrencilerin kavram haritaları nicel olarak incelenmiştir. Bu kısımda, öğrencilerin kavram haritalarını analiz etmek için 6 ölçüt kullanmıştır. Kullanılan ölçütler şunlardır: kavramların sayısı, önermelerin sayısı, hiyerarşi sayısı, çapraz bağlantıların sayısı, örneklerin sayısı ve birbirine bağlantılılık (inter-connectedness 'tır). Buradaki kriterlerden önermelerin sayısı, hiyerarşi sayısı, çapraz bağlantıların sayısı ve örneklerin sayısı Novak ve Gowin (1984)'nin ve Kaya, 2008'in kavram haritalarını puanlandırmasını temel almaktadır; ancak bu çalışmada bu kriterler biraz daha detaylandırılarak analiz edilmiş ve puan şeklinde ise küçük değişiklikler ve daha detaylandırma yapılmıştır. Örneğin, Novak ve Gowin (1984), yaptıkları çalışmada önermelere 1 puan verirken, Kaya (2008) önermelere 2 puan verilirken bu çalışmada geçerli önermelere 4 puan verilmiştir ve bu çalışmadaki önermeler Novak ve Gowin (1984) ve Kaya (2008)'den farklı olarak, önermeler doğru önerme, kısmen doğru önerme, kavram yanlıgılı önerme, yanlış önerme ve boş olmak üzere 5 kısma ayrılmıştır ve her kısma değişik puanlar verilmiştir. Örneğin, öğrencinin yaptığı geçerli bir önermeye 4 puan verilmiştir, kısmen geçerli önermeye 3 puan verilmiştir, kavram yanlıgılı önermeye 2, yanlış önermeye 1, boş önermeye ise 0 puan verilmiştir. Aynı şekilde, çapraz bağlantıların analizinde de Novak ve Gowin (1984)'nin ve Kaya (2008)'nin analiz yönteminden farklı olarak detaylandırma yapılmıştır. Bilindiği üzere Novak ve Gowin (1984)'nin yaptıkları çalışmada geçerli çapraz bağlantılara 10 puan verirken, Kaya (2008) öğrencilerin yaptığı geçerli çapraz bağlantılara 5 puan vermiştir. Bu

çalışmada ise öğrencilerin yaptıkları geçerli ve doğru önermeli çapraz bağlantılarına 10 puan verilmiştir ve öğrencilerin çapraz bağlantıları 5 kısma (Geçerli bağlantı ve doğru önerme; Geçerli bağlantı ve kısmen doğru önerme; geçerli bağlantı ve geçersiz önerme; Geçerli bağlantı ve yanlış önerme; geçersiz bağlantı) ayrılmıştır. Ayrıca, ayrılan bu 5 kısma farklı puanlar verilmiştir. Örneğin, yapılan çapraz bağlantı geçerli ve bu bağlantı için yazılan önerme doğru ise 10 puan verilmiştir. Yapılan çapraz bağlantı geçerli fakat bu bağlantı için yazılan önerme kısmen doğru ise 5 puan verilmiştir. Yapılan çapraz bağlantı geçerli; fakat bu bağlantı için yazılan önerme kavram yanlış ise 2 puan, yapılan bağlantı doğru fakat önerme yanlış ise yapılan bağlantının geçerliliğinden dolayı 1 puan verilmiştir. Bunun yanında, yapılan bağlantı geçersiz ise 0 puan verilmiştir. Bu çalışmada ele alınan kriterlerden birisi olan kavramların sayısı kriterine Kaya (2008)'de olduğu gibi 1 puan verilmiştir. Hiyerarşi sayısı kriterine Novak ve Gowin (1984)'in çalışmasında olduğu gibi 5 puan verilmiştir. Aşağıda yer alan tablo, bu kriterlerin nasıl analiz edildiğini ve bunlara verilen puanları göstermektedir. Buna göre, bir öğrencinin kavram haritasında alacağı toplam puanı şu şekilde hesaplayabiliriz:

Toplam puan= (geçerli kavram X 1 puan) + (geçerli önerme X 4 puan) + (geçerli çapraz bağlantı ve doğru önerme X 10 puan) + (geçerli hiyerarşi X 5 puan) + (geçerli örnek X 1 puan)

Örneğin, T11 kodlu öğrencinin ön KH'sındaki toplam puan şu şekilde analiz edilmiştir. Öğrencinin kavram haritasında 14 doğru kavram vardır. İki kavram arasında yapmış olduğu önermelerden 9 tanesi doğru, 8 tanesi kısmen doğru, 1 tanesi kavram yanlış kategorisinde yer almaktadır. Öğrenci 2 tane çapraz bağlantı yapmıştır, ancak yapılan bu 2 çapraz bağlantı aynı durumu açıkladığı için 1 tane olarak sayılmıştır. Bu kabullenme Nakhleh ve Krajcik (1994) yaptığı çalışmadan esinlenerek alınmıştır. Kavram haritasında 1 tane doğru kategorisinde örnek kullanılmıştır. Kavram haritası yapı olarak hiyerarşik olmayan yapıdadır. Aşağıda öğrencinin kavram haritası örnek olarak bulunmaktadır. Bu doğrultuda bu öğrencinin kavram haritasından aldığı toplam puan şu şekildedir.

$$\text{Toplam puan} = (14 \times 1) + (9 \times 4) + (8 \times 3) + (1 \times 2) + (1 \times 10) + (1 \times 1) = 87$$

Öğrencinin kavram haritasına bakıldığı zaman, yeşil renk kavram sayısını ölçütünü, kırmızı renk önermelerin sayısı ölçütünü, turuncu renk çapraz bağlantı sayısını, pembe renk örnek sayısı ölçütünü göstermek için kullanılmıştır. Ayrıca, doğru olan

ölçütler  $\vee$ , kısmen doğru ölçütler  $\vee$ , yanlış olan ölçütler X, kavram yanlış ölçütler XX olarak gösterilmiştir.

Bu kısımda yer alan ölçütlerden birisi olan birbirine bağlılık (inter-connectedness) ölçütü, “[(çapraz bağlantı X 10)/ (kavram sayısı X1)]/ 100” çapraz bağlantıların kavram sayısına oranlanması ve 100 ile çarpılması sonucunda bulunan bir değerdir ve bu değerden elde edilen sayısal veriler anlamlı öğrenme ve yüzeysel öğrenme arasındaki farklılığı göstermektedir (Martin ve diğerleri, 2000; Kaya, 2008). Formülde çapraz bağlantının X10 ile gösterilmesi çapraz bağlantıdaki önermenin doğru önerme olması durumu için geçerlidir. Eğer öğrencinin çapraz bağlantısı doğru fakat üzerindeki önerme kısmen doğru ise X5 ile gösterilmektedir. Örneğin, T11 kodlu öğrencinin kavram haritasında 1 olarak sayılan çapraz bağlantı vardır; bu çapraz bağlantı doğru önerme ile desteklenmiştir ve öğrencinin kavram haritasında 14 doğru kavram vardır. Buna göre, öğrencinin aldığı birbirine bağlılık değeri  $[(1 \times 10) / (14 \times 1)] \times 100 = 71,43$  olarak hesaplanır. Tablo 6. Kavram haritası analizinin 2. kısmını göstermektedir.

Tablo 6. Kavram haritasının kriterler bazında analizi (2. kısım)

Kriterler	Kriterler	Kriter kararları	Puanlar
1) Kavram sayısı	Geçerli kavram	Verilen kavram, asit ve baz ünitesi içerisinde yer alıyorsa geçerli sayılmaktadır.	1
	Geçersiz kavram	Verilen kavram, asit ve baz ünitesi içerisinde yer almıyorsa geçersiz sayılmaktadır.	0
2) Önerme sayısı	Geçerli (doğru) önerme	İki geçerli kavram arasında kurulan önerme bilimsel olarak doğru ise geçerli sayılmaktadır.	4
	Kısmen geçerli (kısmen doğru) önerme	İki geçerli kavram arasında kurulan önerme, bilimsel doğruların bir kısmını içeriyorsa kısmen geçerli önerme sayılmaktadır.	3
	Yanılıgılı önerme (kavram yanlış)	İki geçerli kavram arasında kurulan önerme, yanlış bir yargı ifade ediyorsa yanlış önerme sayılmaktadır.	2
	Geçersiz önerme (yanlış önerme)	İki geçerli kavram arasında kurulan önerme, bilimsel olarak yanlış ise geçersiz önerme sayılmaktadır.	1
	Boş önerme	İki geçerli kavram arasında bağlantı kurulmuş, fakat bu bağlantıya önerme yazılmamışsa, bu bağlantı boş sayılmaktadır.	0



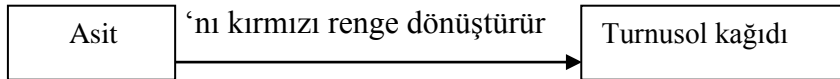
Tablo 6'nın devamı

<b>3) Çapraz bağlantı sayısı</b>	Geçerli bağlantı ve doğru önerme	iki geçerli kavram arasında kurulan çapraz bağlantı ve önerme doğru ise	10
	Geçerli bağlantı ve kısmen doğru önerme	iki geçerli kavram arasında kurulan çapraz bağlantı doğru fakat önerme kısmen doğru ise	5
	Geçerli bağlantı ve yanlış önerme	İki geçerli kavram arasında kurulan çapraz bağlantı doğru fakat önerme yanlış ise	2
	Geçerli bağlantı ve geçersiz önerme	iki geçerli kavram arasında kurulan çapraz bağlantı doğru fakat önerme yanlış ise	1
	Geçerli bağlantı ve boş önerme	iki geçerli kavram arasında kurulan çapraz bağlantı doğru fakat önerme yapılmamış ise	1
	Geçersiz bağlantı	İki geçerli kavram arasında kurulan bağlantı geçersiz ise	0
<b>4) Hiyerarşi sayısı</b>	Geçerli hiyerarşi	Kavramlar haritasında gösterilen kavramlar genelden özele doğru hiyerarşi bir yapıda ise geçerli sayılmıştır	5
	Geçersiz hiyerarşi	Kavramlar haritasında gösterilen kavramlar genelden özele doğru hiyerarşi bir yapıda değil ise geçersiz sayılmıştır	0
<b>5) Örnek sayısı</b>	Geçerli örnek	Kavramlara verilen örnekler doğru ise geçerli	1
	Geçersiz örnek	Kavramlara verilen örnekler doğru değil ise geçersiz	0
<b>6) Birbirine bağlantılılık</b>	[(Geçerli çapraz bağlantı X 10)÷(geçerli kavramX1)]X100	Birbirine bağlılıktan toplanan sayısal değerler, anlamlı öğrenme ve yüzeysel öğrenme arasındaki farklılığı ifade eder.	

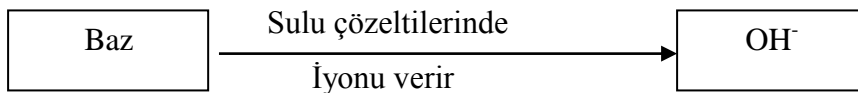
Kavram haritasının analizindeki 3.Kısımda ise, öğrencilerin kavram haritalarında kurdukları ilişkiler makroskobik, mikroskobik ve sembolik açıdan ele alınmaktadır.

Makroskobik seviye (MAS); öğrencilerin kavram haritalarında kurdukları bağlantılar günlük yaşam uygulamaları ya da laboratuvar çalışmalarına dayandırılmışsa, somut, görünebilir veya gözlenebilir ise makroskobik seviye olarak sınıflandırılmıştır (Johnson, 1991; 1993; 2000; Nakhleh ve Krajcik, 1994).

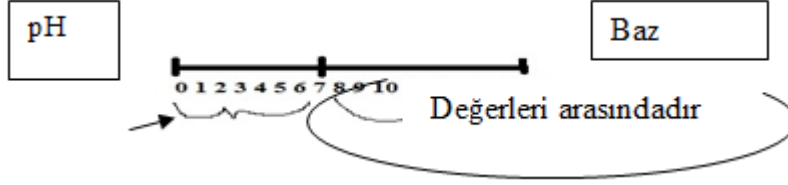
Örneğin;



Mikroskobik seviye (MİS); öğrencilerin kavram haritalarında kurdukları bağlantılar, molekül ya da atomların sayılarına ya da maddenin atomik yapısına dayandırılmışsa mikroskobik seviye olarak sınıflandırılmıştır (Johnson, 1991; 1993; 2000; Nakhleh ve Krajcik, 1994).



Sembolik seviye (SES); öğrencilerin kavram haritalarında kurdukları bağlantılar, sembollere, formüllere, eşitliklere, grafiklere ya da diyagramlara dayandırılmışsa sembolik seviye olarak sınıflandırılmıştır (Johnson, 1991; 1993; 2000; Nakhleh ve Krajcik, 1994).



Tablo 7. Kavram haritası analizinin MAS, MİS ve SES’de yapılması (3. kısım)

Kavram haritasında kullanılan kavramlar	Makroskobik seviye (MAS)	Mikroskobik seviye (MİS)	Sembolik seviye (SES)
Asit			
Baz			
Tuz			
pH			
pOH			
İndikatör			
Hidroлиз			
Amfoter			
Titrasyon			
İletkenlik			
Tampon çözelti			
Eş değerklik noktası			
Dönüm noktası			
Konsantrasyon			
Nörtlüşme			
H <sup>+</sup> iyonu			
OH <sup>-</sup> iyonu			
Turnusol kağıdını			
Amfoter metal			
Ekşi			
Kaygan			
Kabartma tozu			
Çamaşır suyu			
Sabun			
HCl			
NaOH			

Tablo 7’de verilen kavramlar, tablodakilerle sınırlı değildir. Tablo, sadece 3.Kısım analizinin nasıl olacağını göstermek için örnek olarak yapılmıştır. Her öğrencinin kavram haritasında kullandığı kavramlar birbirinden farklı olduğu için, tablo da değişmektedir.

### 2.8.3. Çizimlerden ve Çizim Mülakatlarından Elde Edilecek Verilerin Analizi

Öğrencilerin bilgisayar destekli TGA etkinliklerinden önce ve sonra çizimlerden elde edilen veriler, 5 kategoriye (doğru çizim, kısmen doğru çizim, kavram yanlışlı çizim, yanlış çizim, çizim yok) ayrılarak incelenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin çizimleri esnasında onlarla mülakat yapılmıştır, yapılan bu mülakatlar da 5 kategoriye (doğru anlama, kısmen doğru anlama, kavram yanlışlı açıklama, yanlış anlama, açıklama yok) ayrılarak incelenmiştir. Aşağıdaki gibi bir tablo hazırlanarak öğrencilerin yaptıkları çizimler, onlara yaptıkları açıklamalarla birlikte analiz edilmiştir.

Tablo 8. Öğrencilerin yaptıkları çizimlerin kategorilere ayrılması

Kategori	Açıklama
<b>Doğru çizim</b>	Atom büyüklükleri, atomlar arasındaki etkileşim, iyonlaşma varsa (+) ve (-) iyonlar doğru biçimde çizilmişse bu kategoride yer almıştır.
<b>Kısmen doğru çizim</b>	Atom büyüklükleri, atomlar arasındaki etkileşim, iyonlaşma varsa (+) ve (-) iyonlar, gibi kriterlerden biri ya da ikisi yapılmışsa bu kategoride yer almıştır.
<b>Kavram yanlışlı çizim</b>	Yapılan çizimler yanlışlı düşünceyi yansıtıyorsa (örneğin kuvvetli asitlerin sahip olduğu bağların daha kuvvetli olması ya da kuvvetli asitlerin moleküllerinin birbirine daha yakın olması vs.) bu kategori içerisinde yer almıştır.
<b>Yanlış çizim</b>	Yapılan çizim sadece noktalar yada harfler kullanılarak yapılmışsa bu kategori içerisinde yer almıştır.
<b>Çizim yok</b>	Öğrencilerin çizim yapmaması durumunda yer alan kategoridir.

Mülâkatlardan elde edilen veriler içerik analizi yapılarak analiz edilmiştir. Bunun için öncelikle öğrencilerin mülâkattan elde edilen verileri transkript edilmiştir. Sonra öğrencilerin verdikleri cevaplardan birbirine benzer olanlar için kodlar oluşturulmuş ve bu kodlar bir tabloda sergilenmiştir (Miles ve Huberman, 1994). Ayrıca, öğrencilerin mülâkat esnasında verdikleri cevaplar doğru, kısmen doğru, kavram yanlışlı, yanlış ve açıklama yok olmak üzere 5 kategori altında analiz edilmiştir.

Tablo 9. Çizim mülâkatlarının ayrıldığı kategoriler ve bu kategorilerin açıklamaları

<b>Kategori</b>	<b>Açıklama</b>
<b>Doğru</b>	Verilen cevaplar bilimsel olarak doğruları içeriyorsa bu kategoride yer almıştır.
<b>Kısmen doğru</b>	Verilen cevaplar bilimsel olarak kabul edilebilir fakat tüm doğruları içermiyorsa bu kategoride yer almıştır.
<b>Kavram yanlışlığı</b>	Verilen cevaplar yanlış ifadeler içeriyorsa bu kategoride yer almıştır.
<b>Yanlış</b>	Verilen cevaplar yanlış ifadeler içeriyorsa bu kategoride yer almıştır.
<b>Açıklama yok</b>	Öğrencilerin hiçbir açıklama yapmaması durumunda yer alan kategoridir.

Öğrencilerin yapmış oldukları çizimler ve mülakatların hangi kategorileri içerisinde yer aldığı aşağıdaki tabloda gibi yapılmıştır.

Tablo 10. Çizimlerin analiz edilmesi

<b>Çizimler</b> <b>Açıklamalar</b>	<b>Doğru Çizim</b>	<b>Kısmen Doğru Çizim</b>	<b>Yanlış Çizim</b>	<b>Diğer</b>	<b>Çizim Yok</b>
<b>Doğru Açıklama</b>					
<b>Kısmen Doğru Açıklama</b>					
<b>Kavram Yanlış Açıklama</b>					
<b>Yanlış Açıklama</b>					
<b>Açıklama Yok</b>					

#### 2.8.4. TGA'lardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Öğrencilerin TGA'lara verdikleri cevaplar 3 kısımda incelenmiştir. 1. Kısımda, öğrencilerin yaptıkları tahmin (doğru tahmin, kısmen doğru tahmin, kavram yanlışlığı tahmin, yanlış tahmin, tahmin yok) ve tahminin nedeni (doğru sebep, kısmen doğru sebep, kavram yanlışlığı sebep, yanlış sebep, sebep yok) birlikte incelenmiş ve her biri kendi içinde 5 kısma ayrılmıştır. 2. Kısımda öğrencilerin yaptıkları Tahmin (doğru tahmin, kısmen doğru tahmin, kavram yanlışlığı tahmin, yanlış tahmin, tahmin yok) ile gözlem (doğru gözlem, kısmen doğru gözlem, kavram yanlışlığı gözlem, yanlış gözlem, gözlem

yok) birlikte incelenmiş ve hem tahmin hem de gözlem kendi arasında 5 kısma ayrılmıştır. 3. Kısımda ise tahmin (doğru tahmin, kısmen doğru tahmin, kavram yanlış tahmin, yanlış tahmin, tahmin yok) ve açıklama (doğru açıklama, kısmen doğru açıklama, kavram yanlış açıklama, yanlış açıklama, açıklama yok) birlikte incelenmiş, hem tahmin hem de açıklama kendi arasında 5 kısma ayrılmıştır. Öğrencilerin, TGA cevap kâğıtları bu şekilde analiz edilirken, onların verdikleri cevaplar mikroskobik, makroskobik ve sembolik düzeyde de incelenmiştir. Tablo.11, öğrencilerin tahmin ve tahmin sebebi arasındaki ilişkiyi nasıl analiz ettiğini göstermektedir.

Tablo 11. Öğrencilerin TGA kâğıtlarının analiz edilmesinde kullanılan kategoriler

<b>Tahmin</b> <b>Tahmin</b> <b>Sebebi</b>	<b>Doğru</b> <b>tahmin</b>	<b>Kısmen doğru</b> <b>tahmin</b>	<b>Kavram yanlış</b> <b>tahmin</b>	<b>Yanlış</b> <b>tahmin</b>	<b>Tahmin</b> <b>yok</b>
<b>Doğru sebep</b>					
<b>Kısmen doğru</b> <b>sebep</b>					
<b>Kavram yanlış</b> <b>sebep</b>					
<b>Yanlış sebep</b>					
<b>Sebep yok</b>					

## 2.9. Nitel Çalışmalardaki Geçerlilik ve Güvenirlilik

Geçerlilik ve güvenirlilik kavramları çok yönlü kavramlar olarak düşünülmekte ve bu kavramların birçok çeşidi bulunmaktadır. Bu sebepten dolayı, geçerlilik ve güvenirlilik kavramlarının farklı tanımları yapılabilmektedir. Literatürde, bu kavramlar üzerinde yorum yapan araştırmacılar, bir araştırmada geçerlik ve güvenirlikten kaynaklanan tehditlerinin tamamen ortadan kaldırılamayacağı; bunun yerine, araştırma boyunca bu tehditlerin dikkatli bir şekilde azaltılabileceği görüşündedirler (Cohen, Manion ve Morrison, 2000).

Nitel ve nicel araştırmalarda, geçerlilik önemli bir kavramdır; çünkü eğer bir araştırma geçerli değilse o çalışmaya önem verilmez. Bundan dolayı, geçerlilik etkili bir araştırma için önemli bir anahtardır. Geçerlilik kavramı daha önceki zamanlarda bir ölçme

aracının ölçmek istediği şeyi ölçmesi olarak tanımlanırken, son zamanlarda bu durum değişik boyutlar kazanmıştır. Örneğin, nitel bir çalışmada geçerlilik, elde edilen verinin kapsamı, zenginliği, derinliği ve doğruluğu olarak; araştırmacının tarafsızlığı ya da nesnelliği; yapılan üçgenlemenin kapsamı olarak tanımlanabilmektedir (Cohen, Manion ve Morrison, 2000). Daha önceden de ifade edildiği gibi araştırmalardaki geçerlilik ve güvenilirlik sorunları tamamen ortadan kaldırılamamaktadır. Yani bir çalışmanın %100 oranında geçerli olması mümkün değildir. Bu sebepten ötürü, nicel çalışmalarda, standart hata hesaplaması yapılmaktadır. Nitel araştırmalarda ise, nitel veriler toplanırken, cevap verenlerin sübjektifliği, fikirleri, tutumları ve görüş açıları dereceli bir önyargının oluşmasına katkı sağlar. Bu yüzden, geçerlilik varılması hedeflenen nihaî durumdan ziyade bir derece sorunu olarak görülmelidir (Bogdan ve Biklen, 1998).

Bazı nitel araştırmacılar, nicel çalışmalarda kullanılan geçerlilik ve güvenilirlik kriterlerinin nitel çalışmalara uygun olmadığı görüşünü savunmaktadırlar. Nitel araştırmacıların geçerlilikten bahsederken daha çok nitel çalışmaların mantıklı, güvenilir, inanılır ve böylelikle de savunulabilir olduğundan bahsetmektedirler (Johnson ve Christensen, 2004). Maxwell (1992, 1996), çoğunlukla nicel çalışmalarda kullanılan güvenilirlik kavramını nitel çalışmalarda kullanmayı doğru bulmayıp bunun yerine “anlama” kavramını kullanmayı tercih etmiştir. Buna göre, araştırmacının, kendisinin “anlama” olarak tabir ettiği beş çeşit geçerlilikten bahsetmiştir: Bunlardan “betimleyici geçerlilik (descriptive validity)” araştırmacının rapor ettiği tanımların, açıklamaların tam doğruluğuna atıfta bulunur. Yani, araştırmacı bir olayın, nesnenin, davranışın, insanların, zamanın v.b şeylerin rapor edilmesindeki doğruluk ile ilgilidir. Açıklayıcı geçerlilik (Interpretive validity), araştırmanın, anlamı, terimleri, olay ve durumların niyetini yakalayabilme yeterliliği olarak tanımlanabilir. Araştırmacının, katılımcının bakış açısını, düşüncesini, niyetini ve deneyimlerini doğru bir şekilde anlama derecesi ile ilgilidir. Teoriksel geçerlilik (theoretical validity), bir araştırmadan geliştirilen teoriksel açıklamaların verilere uygunluk derecesi ile ilgilidir. Genellebilirlik (Generalizability), burada, bahsedilebilir genellebilirlik, özel bir grup, durum ya da olayın kendi içinde genellemesinin yapılmasıdır.

Bunların haricinde hem nicel hem de nitel çalışmalar için kullanılan iç geçerlilik ve dış geçerlilik kavramları vardır. Nitel çalışmalarda iç geçerlilik, verilerin özel bir durumun, olayın ya da bir veri setinin sürdürülebilirliğini göstermeyi araştırır. Yani, bulgular araştırılan fenomeni doğru bir şekilde tanımlamalıdır (Manion, Morrison, 2000). Lincoln

ve Guba (1985)'e göre bir çalışmanın inanırlılığını artırmak amacıyla bazı durumları adres göstermiştir. Bunlar, alanda uzun süreli bulunma; ısrarlı gözlem; metot, araştırmacı, kaynak ya da teori üçgenlemesi, akran sorgulaması; negatif olay analizi; cevapların doğrulanması olarak gösterilebilir. Yürütülen çalışmada, iç geçerliliği sağlamak amacıyla, teknik üçgenlemesi ve negatif olay analizi yapılmıştır. Bunun için aynı kavram, kelime ilişkilendirme testi, kavram haritası, çizimler ve TGA kullanılarak teknik üçgenlemesi yoluna gidilmiştir. Ayrıca, öğrencilerden elde edilen bulguların sergilenmesi ve tartışılması esnasında anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen öğrenciler üzerinde de detaylı bir şekilde durulmuştur. Çünkü yürütülen çalışmada öğrencilerin anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirememesi istenmeyen bir durumdur. Negatif olay analizinde de, araştırmacının araştırılan olay üzerinde beklentilerini doğrulamayan örnekleri amaçlı ve dikkatli bir şekilde açıklaması ile ilgilidir (Johnson ve Christensen, 2004; Lincoln ve Guba, 1985 ). Ayrıca, Merriam (1998), üçgenleme çeşitlerinden biri olarak alan üçgenlemesini örnek göstermiştir. Alan üçgenlemesinde, yapılan çalışmanın tekrarlarını farklı kültürde de yapıp sonuçlarını karşılaştırmak vardır. Böylelikle, tek kültürde ya da alt kültürde yürütülen çalışmaların sınırlılıkları ortadan kaldırılmaya çalışılır (Cohen, Manion ve Morrison, 2000). Bu bağlamda, çalışma Türkiye'de uygulandıktan sonra ABD'de de uygulanarak farklı bir kültürden veri toplanıp iki kültürün karşılaştırılması yapılmıştır.

Dış geçerlilik, nicel çalışmalarda sonuçların daha geçiş popülasyonlara genellenebilirliği ile ilgili bir kavram iken, nitel çalışmalarda karşılaştırılabilirlik ve transfer edilebilirlik ile alakalı bir kavramdır (Guba ve Lincoln, 1985; Cohen, Manion ve Morrison, 2000). Bazı kaynaklar ise nitel çalışmalarda bulguların başka durumlara ne derece genellenebileceği ya da dış geçerliliğin tartışmalı bir konu olduğunu savunmaktadır. Örneğin, Ericson (1986), nitel çalışmalarda bilgilerin genellenmesini uygun olmayan bir amaç olarak ifade etmiştir. Buna karşın, Lincoln ve Guba (1985), bulguların genellenebilirliğini artırmak için araştırmacının çalışmanın içeriğini detaylı bir şekilde ortaya koyması gerektiğini ifade etmektedir. Böylelikle, çalışmayı uygulamak isteyen herhangi birisi de uygun yargılama imkânına sahip olur. Bogdan ve Biklen (1998), ise nicel araştırmalar için kullanılan genellenebilirliği, nitel araştırmaları için de kullanılabilirliğini yalnızca burada nitel çalışmalardaki soruların yani, olayların, düzenlemelerin ve insanların sorularının genellenebileceğinden bahsetmektedir.

Bogdan ve Biklen (1998)'e göre nitel çalışmalarda güvenirlilik, araştırmacının veri olarak kaydettiği ile araştırılan doğal ortamda gerçekte ne olduğu arasındaki uyumla, olay

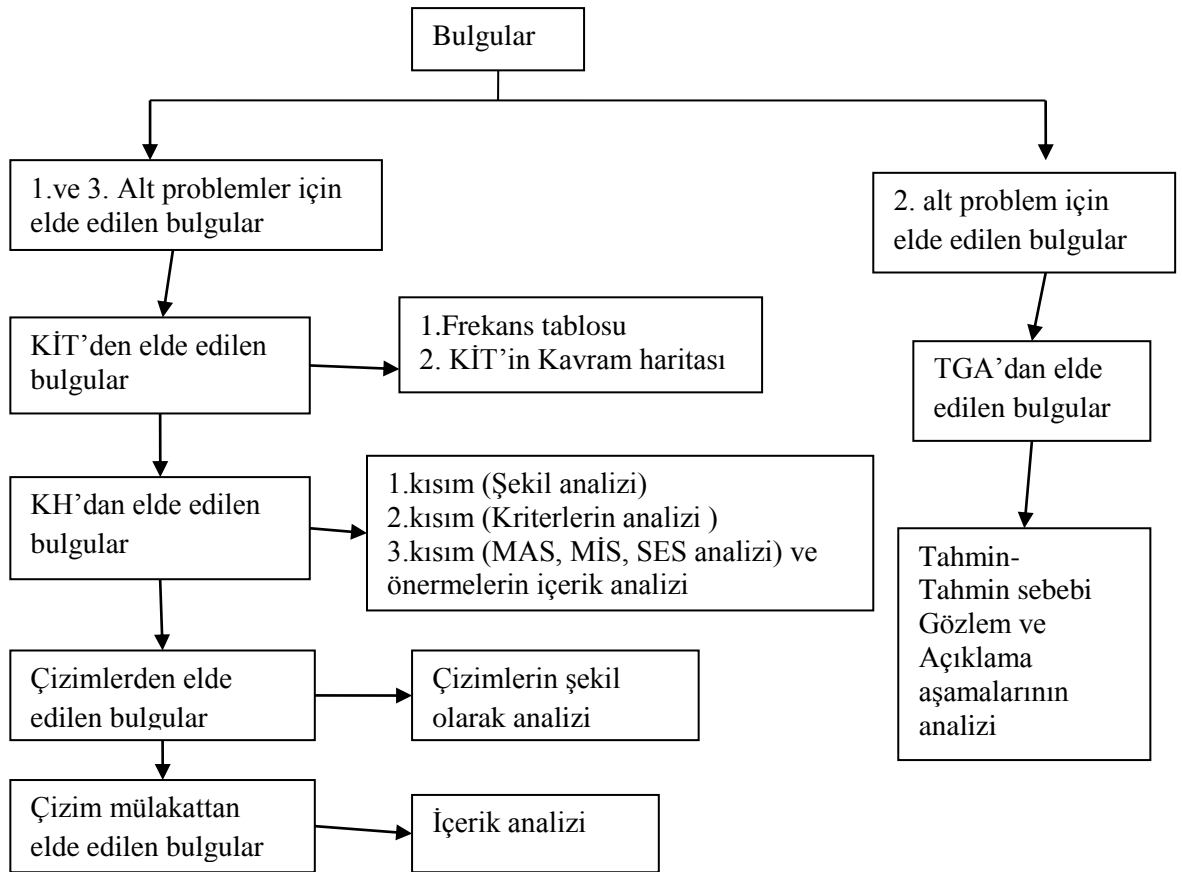
kaydının doğruluğu ve kapsamlılığı ile ilgilidir. Bu durum, aynılığı çabalamak için yapılmamaktadır. Örneğin, tek bir olayı çalışan iki araştırmacı birbirinden farklı bulgulara ulaşabilir ve bu iki araştırma seti de güvenilir olabilir.

Bu bölümde, yapılan çalışmanın nasıl tasarmlandığı, yapılan pilot ve asıl çalışmalar, hangi veri toplama araçlarının kullanıldığı, elde edilen verilerin nasıl analiz edildiği ve geçerlilik ve güvenilirlik için neler yapıldığı üzerinde durulmuştur. Bundan sonraki bölümde, elde edilen bulguların sergilenmesi yer alacaktır.



### 3. BULGULAR

Bu çalışmanın temel amacı, asit-baz kimyasına yönelik bilgisayar ortamında hazırlanan Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) etkinliklerinin lise öğrencilerinin kavramsal anlamalarında nasıl bir gelişim ve değişim gösterdiğini araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda, veri toplama araçları olarak Kelime İlişkilendirme Testi (KİT), Kavram haritası (KH), çizimler, yarı yapılandırılmış mülakat ve TGA etkinliklerinden yararlanılmıştır. KİT, KH, çizimler, mülakatlar ve TGA'dan elde edilen bulgular araştırmanın alt problemlerine göre bu bölümde sırası ile sunulmuştur. Veri toplama araçlarından elde edilen bulguların sunulduğu biçimi şekil 11. de görülmektedir.



Şekil 11. Çalışmada veri toplama araçlarından elde edilen bulguların akış şeması

Bu bölümde, 1. ve 3. alt problemlere cevap olabilmesi amacıyla, farklı örneklem grubuna uygulanan materyallerin uygulama öncesi ve sonrasında KİT, KH, çizimler ve çizimlerin mülakatlarından toplanan veriler, yöntem bölümünde açıklandığı şekilde analiz edilmiş ve bu kısımda sergilenmiştir. Farklı örneklem gruplarından elde edilen bulgular, her grup için kendi içinde verilmiş olup, gruplar arasındaki karşılaştırmalara tartışmalar kısmında değinilecektir. 2. alt probleme cevap olabilmesi amacıyla, TGA'nın yazılı kısmından elde edilen bulgular, tahmin-tahmin sebebi-gözlem ve açıklama basamaklarını içeren analiz şekliyle sunulmuş ve yine farklı gruplardan elde edilen bulgular, kendi içlerinde sergilenmiş olup, gruplar arasındaki karşılaştırmalara tartışma bölümünde değinilecektir.

### **3.1. Araştırmanın 1. ve 3. Alt Problemlerine Yönelik Bulgular**

Araştırmanın birinci alt problemi, lise öğrencilerinin bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinden önce asit-baz kavramlarıyla ilgili sahip oldukları anlama düzeyleri ve yanılgıları nelerdir? şeklindeyken ikinci alt problemi, lise öğrencilerinin uygulamadan sonra sahip oldukları asit-baz kavramlarıyla ilgili anlama düzeyleri ve yanılgıları nelerdir? şeklindedir. Bu alt problemleri cevaplayabilmek için, uygulamadan önce ve sonra KİT'den elde edilen veriler için frekans tablosu hazırlanmış ve bu frekans tablosundan yararlanılarak ön ve son KİT için kavram haritaları oluşturulmuştur ve bunlar bu kısımda sunulmuştur. Sonrasında ise öğrencilerin uygulamadan önce ve uygulama bittikten sonra çizdikleri kavram haritalarının bulguları, kavram haritası analizinin 1., 2., ve 3. kısımdan elde edilen tablolar, grafikler ve içerik analizleriyle sunulmuştur. En son olarak, uygulamadan önce ve uygulama bittikten sonra yaptıkları çizimler şekil olarak analiz edilmiş ve bundan elde edilen bulgular tablolar halinde sergilenmiştir. Ayrıca, çizimlerin mülakatlarından elde edilen bulgular, içerik analizi yapılarak tablolar halinde sunulmuştur.

#### **3.1.1. Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Bulgular**

Uygulama öncesi ve uygulama sonrası kullanılan KİT'ten elde edilen bulgular tezin 2. bölümünde KİT'in analiz kısmında ifade edilen şekilde analiz edilmiştir. Bunun için öncelikle öğrencilerin KİT'te yer alan anahtar kavramlara verdikleri cevaplar göz önüne alınarak, uygulama öncesi ve uygulama sonrası için frekans tablosu hazırlanmış ve bu

frekans tabloları dikkate alınarak kesme noktaları belirlenmiştir. Belirlenen kesme noktaları dikkate alınarak kavram haritaları hazırlanmıştır. Bu kısımda, öncelikle Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son KİT’ten elde edilen bulguları sergilenecek, ardından ABD’deki örneklem grubundan elde edilen bulgulara yer verilecektir.

### **3.1.1.1. Türkiye’deki öğrencilerin Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Bulgular**

Türkiye’deki örnekleme de yer alan öğrencilerin kelime ilişkilendirme testinden elde edilen bulguları “ön KİT’ten elde edilen bulgular” ve “son KİT’ten elde edilen bulgular” şeklinde iki kısımda sergilenecektir.

#### **3.1.1.1.1. Ön KİT’den Elde Edilen Bulgular**

Bu kısımda, öncelikle, örnekleme de yer alan 12 öğrencinin ön ve son KİT’te yer alan anahtar kavramlara verdikleri cevap kelime sayılarını gösteren bir tablo verilmiş, uygulama öncesi ve uygulama bittikten sonraki kelime sayılarının karşılaştırması yapılmıştır. Sonrasında ise, ön KİT’tin frekans tablosundan elde edilen kavram haritaları sergilenmiştir.

Öğrencilerin ön ve son KİT’te anahtar kelimelere verdikleri cevap kelimelerin sayısını gösteren tablo Ek 9’da verilmiştir. Her bir anahtar kelimeye verilen cevapların sayısını belirlemek bu teknikte kullanılan değerlendirme yöntemlerinden birisidir.

Bu çalışmada, bilgisayara dayalı TGA uygulamaları öncesinde öğrencilerin hazır bulunuşluluk seviyesi ve kavramsal anlamalarını tespit etmek için kullanılan ön KİT’de öğrencilerin anahtar kelimelere verdikleri toplam cevap kelime sayısı 683 olarak, son KİT’de ise öğrencilerin anahtar kelimelere verdikleri cevap sayısı 860 olarak tespit edilmiştir.

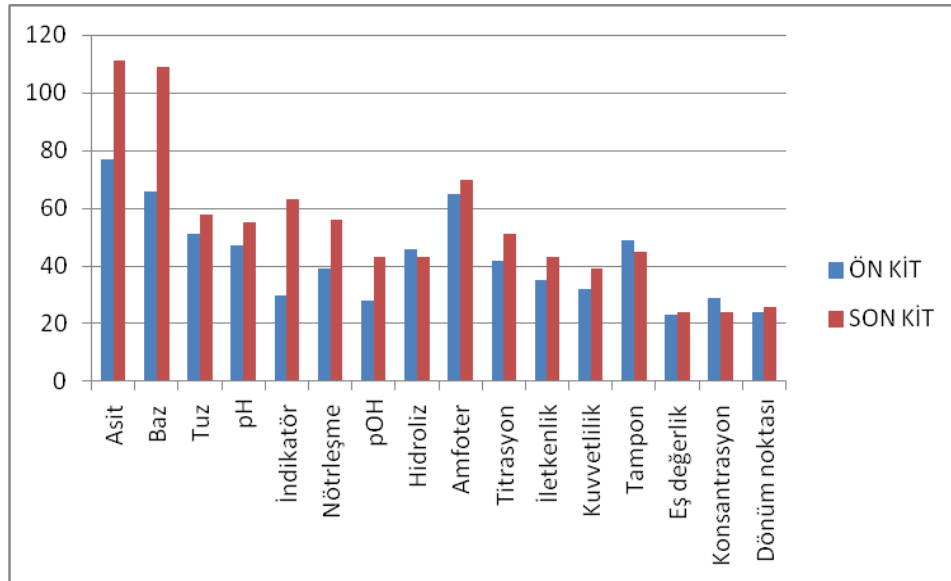
Tablo 12. Öğrencilerin ön ve son KİT’te anahtar kavramlara verdikleri cevap kelime sayıları

Anahtar Kavramlar	ÖN KİT	SON KİT
Asit	77	111
Baz	66	109
Tuz	51	58

Tablo 12'nin devamı

pH	47	55
İndikatör	30	63
Nötrleşme	39	56
pOH	28	43
Hidroliz	46	43
Amfoter	65	70
Titrasyon	42	51
İletkenlik	35	43
Kuvvetlilik	32	39
Tampon	49	45
Eş değerlik	23	24
Konsantrasyon	29	24
Dönüm noktası	24	26
Toplam	683	860

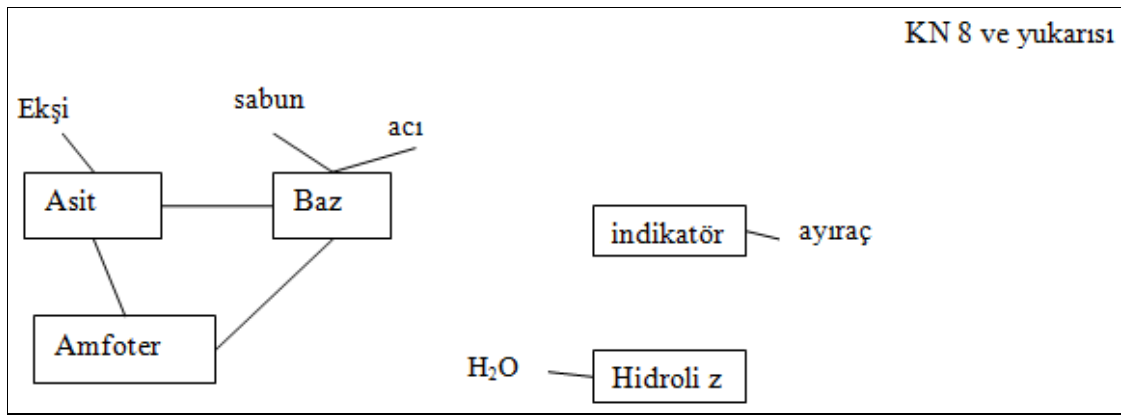
Tablo12 incelendiğinde, “hidroliz”, “konsantrasyon” ve “tampon çözelti” dışında öğrencilerin son KİT’te, ön KİT’e göre daha fazla sayıda anahtar kavram yazdıkları görülmektedir.



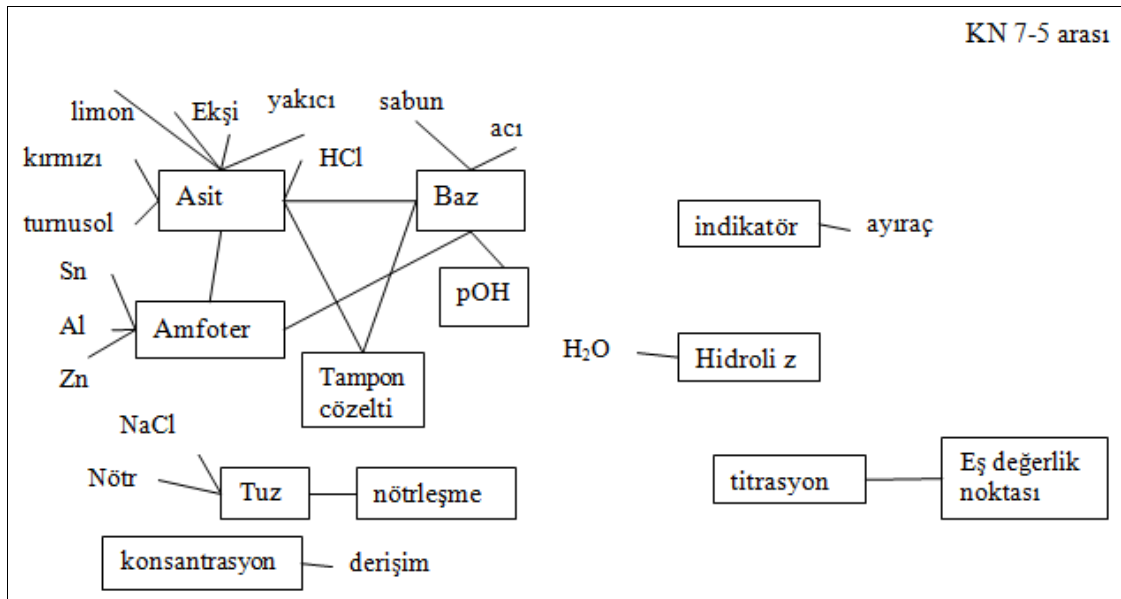
Şekil 12. Türkiye’deki örneklem grubunda yer öğrencilerin ön ve son KİT’ten her bir anahtar kavram için aldıkları toplam puanlar

Şekil 12’de belirtilen anahtar kavramların grafikselleştirilmiş halidir. Şekil incelendiğinde öğrencilerin genel olarak son kelime ilişkilendirme testinde daha fazla sayıda cevap kelime yazdıkları görülmektedir.

KİT'in analizinde yukarıda belirtildiği gibi öğrencilerin anahtar kavramlara verdikleri cevap kelimelerin sayısının bulunmasının yanı sıra, anahtar kavramlara verilen ortak kelimelerin sayısı ve bunların söylenme sırası da göz önünde bulundurulabilmektedir. Bu durum, anlam yakınlığının analiz edilmesini ve bunu haritalamamızı sağlar. Aynı haritalamayı frekans tablosundaki verileri kullanarak da yapabiliriz. Aşağıda, Şekil 13, 14 ve 15'de öğrencilerin ön KİT'den elde edilen frekans tablosuna bakarak, kesme noktası yöntemi kullanarak hazırlanan zihin haritalarını göstermektedir.



Şekil 13. Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT'lerinden elde edilen  $KN \geq 8$  için zihin haritası



Şekil 14. Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT'lerinden elde edilen  $KN = 7-5$  için zihin haritası



Şekil 15, ön KİT'te  $KN= 4-2$  arasında zihin haritasında ortaya çıkan bağlantıların durumunu göstermektedir.  $KN= 4-2$  arasında anahtar kavramların hepsi zihin haritasında ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, ulaşılabilecek en genel zihin haritası budur.

Şekil 13, 14 ve 15, yöntem kısmında da belirtildiği gibi, Ön KİT'den elde edilen frekans tablosuna bakılıp kesme tekniği kullanılarak hazırlanan kavram haritasını göstermektedir. Şekil 13, 14 ve 15'de de görüldüğü gibi frekansı en yüksek olan değerden kesme noktasının 3 aşağısı alınarak sırasıyla aşağıya doğru inilmiş ve bütün anahtar kavramların zihin haritasında çıkması sağlanarak genel bir zihin haritasına ulaşılmıştır. Ulaşılan zihin haritalarını aşağıdaki gibi yorumlamak mümkündür.

1.  $KN \geq 8$  için 5 anahtar kavramın ortaya çıktığı, bu anahtar kavramlardan 3 tanesinin birbiriyle bağlantılı olduğu ve zihin haritasında 3 adacık oluştuğu görülmüştür.
2.  $KN=7-5$  arası için 12 anahtar kavramın ortaya çıktığı ve 6 adacığın oluştuğu görülmektedir. Oluşan bu adacıkların birinde 5 anahtar kavramın birbiriyle bağlantılı olduğu, diğerinde 2 anahtar kavramın birbiriyle bağlantılı olduğu ve başka bir adacıkta ise yine 2 kavramın birbiriyle bağlantılı olduğu görülmektedir.
3.  $KN=4-2$  arası için 16 anahtar kavramın ortaya çıktığı ve hiç adacığın kalmadığı görülmektedir.
  - a.  $KN= 4-2$  arası için Asit anahtar kavramının 9 anahtar kavram ile bağlantılı olduğu (kuvvetlilik, amfoter, konsantrasyon, pH, dönüm noktası, nötrleşme, baz, tampon çözeltisi, titrasyon). Ayrıca, asit anahtar kavramına 12 cevap kelimenin (turnusol, zararlı, HCl, kola, kırmızı, limon, yakıcı, ekşi,  $H^+$ , korkunç, pis, elektrik akımı) verildiği ve bu cevap kelimelerden turnusolun indikatör anahtar kavramına bağlı olduğu ve HCl'nin kuvvetlilik ile bağlantı kurulduğu görülmektedir.
  - b.  $KN= 4-2$  arası için baz anahtar kavramının 8 anahtar kavram ile bağlantılı olduğu (asit, kuvvetlilik, amfoter, konsantrasyon, titrasyon, dönüm noktası, tampon çözeltisi, pOH). Ayrıca, baz anahtar kavramına 9 cevap kelimenin ( $NH_3$ , NaOH, sabun, acı, kaygan, temizlik malzemeleri, deterjan,  $OH^-$ , pH büyük) verildiği görülmektedir.
  - c.  $KN=4-2$  arası için tuz anahtar kavramının 5 anahtar kavram ile bağlantılı olduğu (konsantrasyon, nötrleşme, dönüm noktası, titrasyon, eş değerlik noktası) görülmektedir. Ayrıca, tuz anahtar kavramıyla ilgili 7 cevap kelimenin (NaCl, pH=7, iyot, asit+baz, yemek, nötr, 7 ) haritada çıktığı görülmektedir, ortaya çıkan cevap kelimelerden NaCl'nin nötrleşme anahtar kavramıyla bağlantılı olduğu,

nötr cevap kelimesinin titrasyon anahtar kavramıyla, 7 cevap kelimesinin ise tampon çözelti anahtar kavramıyla bağlantılı olduğu göze çarpmaktadır.

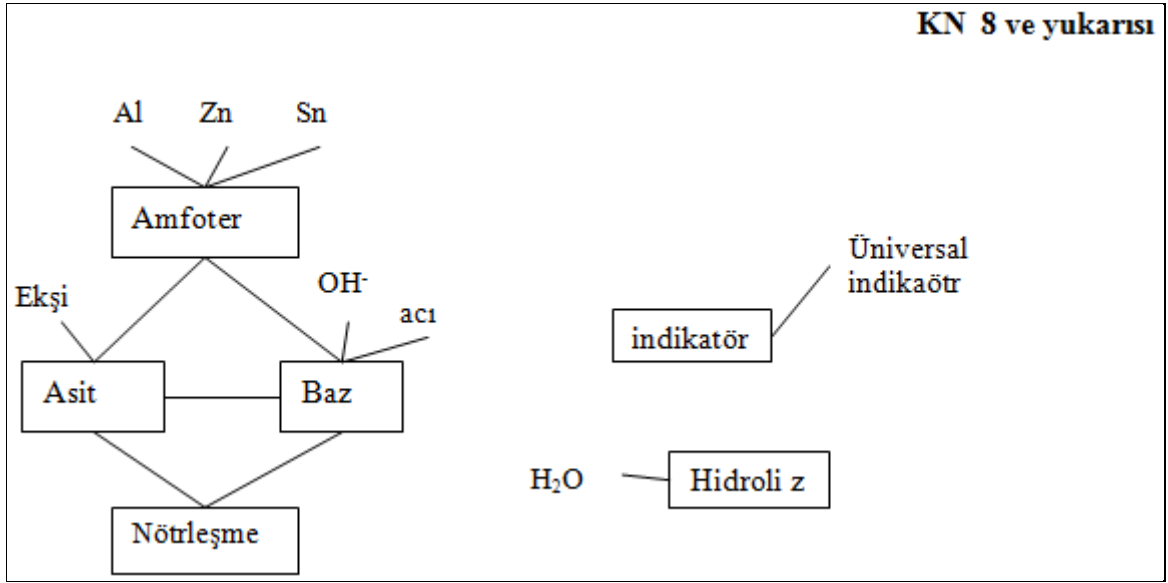
- d. KN= 4–2 arası için pH anahtar kavramının 3 anahtar kavram ile bağlantılı olduğu (kuvvetlilik, asit, pOH) olduğu görülmektedir. Ayrıca, pH anahtar kavramına 4 cevap kelimesinin (krem, domates, asitlik değeri, şampuan, bazlık değeri) verildiği ve bazlık değeri cevap kelimesinin pOH anahtar kavramına bağlı olduğu gözlenmektedir.
- e. KN= 4–2 arası için pOH anahtar kavramı 2 anahtar kavram ile bağlantılı (kuvvetlilik, baz) olduğu gözlenmektedir. Ayrıca, pOH anahtar kavramına 2 cevap kelimesinin (logaritma, bazlık değeri) verildiği ve bu cevap kelimelerden bazlık değerinin pH anahtar kavramıyla bağlantılı olduğu görülmektedir.
- f. KN= 4–2 arası için nötrleşme anahtar kavramının 2 anahtar kavram (asit, tuz) ile bağlantılı olduğu ve bu anahtar kavrama 2 cevap kelimesinin (NaCl, H<sub>2</sub>O) verildiği ve bu cevap kelimelerinden NaCl'nin tuz anahtar kavramına, H<sub>2</sub>O cevap kelimesinin ise hidroliz anahtar kavramına bağlı olduğu görülmektedir.
- g. KN= 4–2 arası için titrasyon anahtar kavramının 3 anahtar kavram (asit, baz, eş değerlik noktası) ile bağlantılı olduğu ve bu anahtar kavrama 2 cevap kelimesinin (iyon, grafik) verildiği gözlenmektedir.
- h. KN= 4–2 arası için hidroliz anahtar kavramını sadece tampon çözeltisi anahtar kavramıyla ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca, kavram haritasında hidroliz anahtar kavramına yönelik 8 cevap kelimesinin (tepkime, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, ayrışma, katot, anot, elektrot, H<sub>2</sub>O) verildiği ve bu cevap kelimelerden H<sub>2</sub>O'nun nötrleşme anahtar kavramıyla bağlantılı olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu anahtar kavram için toplam da 9 bağlantı yaptıkları görülmektedir. Kurdukları bağlantılardan 7 tanesi yanlış bağlantı iken, 2 tanesi doğru bağlantıdır. Öğrencilerin H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, ayrışma, katot, anot, elektrot gibi verdikleri cevap kelimelerinden bu kavramı elektroliz kavramıyla karıştırdıkları görülmektedir. Ayrıca, örneklemedeki öğrenciler hidroliz kavramı, tampon çözelti kavramıyla ilişkilendirmeleri de yanlış bağlantı olarak sayılmıştır.
- i. KN= 4–2 arası için indikatör anahtar kavramını başka hiçbir anahtar kavram ile ilişkilendirmemişlerdir. İndikatör anahtar kavramına 4 cevap kelimesinin (renk değişimi, fenolftalein, ayıraç, turnusol) verildiği gözlenmektedir. Bununla



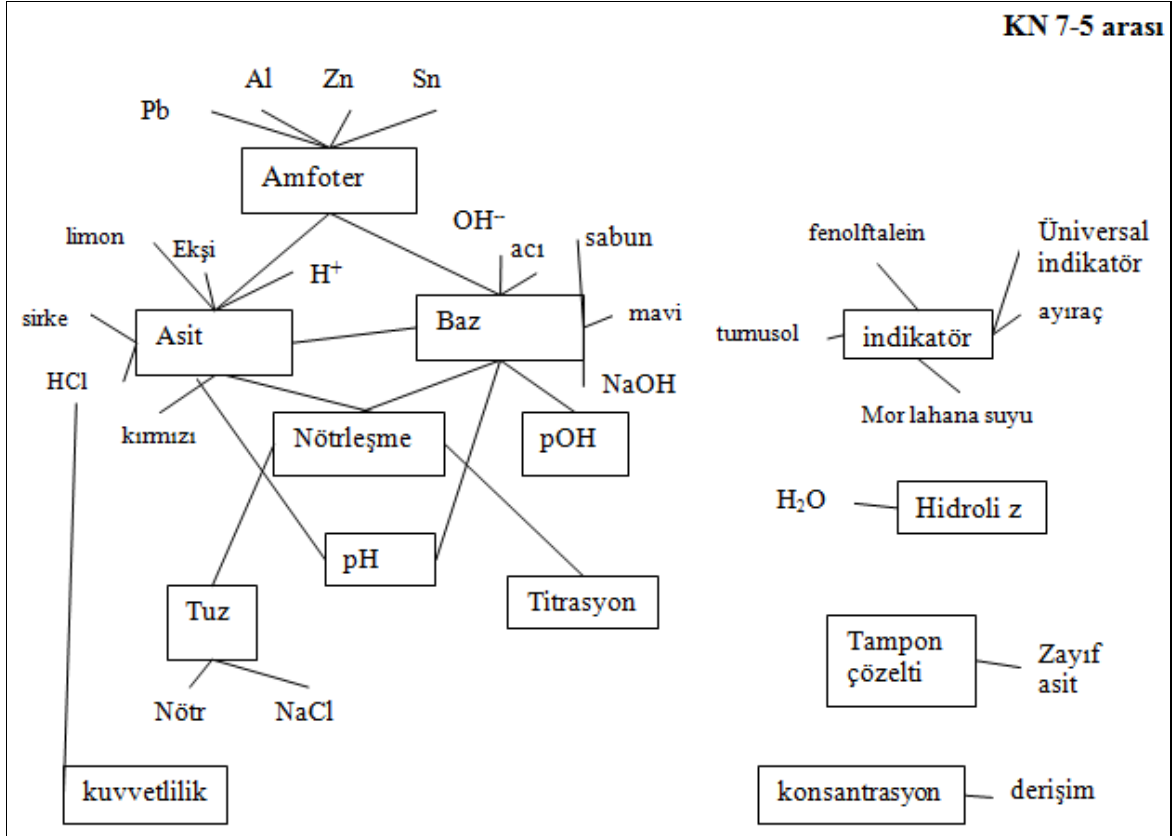
- beraber, indikatör anahtar kavramının turnusol cevap kelimesi aracılığı ile asit anahtar kavramına bağlandığı gözlenmektedir.
- j. KN= 4–2 arası için dönüm noktası anahtar kavramının 3 anahtar kavram ile bağlantılı olduğu (asit, baz, tuz) ve kavram haritasında bu anahtar kavrama karşılık olarak hiçbir cevap kelimesinin çıkmadığı gözlenmektedir.
- k. KN= 4–2 arası için eş değerlik noktası anahtar kavramının sadece titrasyon anahtar kavramı ile ilişkilendirildiği ve kavram haritasında bu anahtar kavram için 3 cevap kelimesinin (eşitlik, aktiflik, erime) verildiği gözlenmektedir.
- l. KN= 4–2 arası için kuvvetlilik anahtar kavramının 4 anahtar kavram (asit, baz, pH, pOH) ile ilişkilendirildiği ve bu anahtar kavrama sadece HCl cevap kelimesinin verildiği ve bu cevap kelimesinin ise asit anahtar kavramına bağlı olduğu görülmektedir.
- m. KN= 4–2 arası için iletkenlik anahtar kavramının doğrudan hiçbir anahtar kavram ile bağlantılı olmadığı ve bu anahtar kavrama 4 cevap kelimesinin (elektron, elektrik, ametal, metal) verildiği gözlenmektedir. Cevap kelimelerinden biri olan metal cevap kelimesinin ise tampon çözelti anahtar kavramı ile ilişkilendirildiği gözlenmektedir.
- n. KN= 4–2 arası için amfoter anahtar kavramı 2 anahtar kavram (asit, baz) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, kavram haritasında amfoter anahtar kavramı için 4 cevap kelimesinin (Zn, Al, Sn, Pb) ortaya çıktığı gözlenmektedir.
- o. KN= 4–2 arası için tampon çözelti anahtar kavramı 4 anahtar kavramıyla (asit, baz, hidroliz, tuz) ilişkilendirilmemiştir. Ayrıca, tampon çözelti anahtar kavramıyla ilgili kavram haritasında 4 cevap kelimesinin ortaya çıktığı ve bu cevap kelimelerden metal cevap kelimesinin iletkenlik anahtar kavramına bağlı olduğu görülmektedir.
- p. KN= 4–2 arası için konsantrasyon anahtar kavramı 3 anahtar kavram (asit, baz, tuz) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, kavram haritasında bu anahtar kavram ile ilgili 2 cevap kelimesinin (derişim, motivasyon) ortaya çıktığı görülmektedir.

### 3.1.1.1.2. Son KİT'den Elde Edilen Sonuçlar

Bu kısımda, son KİT'ten elde edilen bulgular sergilenecektir. Son KİT'te anahtar kavramlara verilen cevap kelimelerin sayısı Tablo 12'de karşılaştırmalı olarak verildiğinden burada değinilmeyecektir. Şekil 16, 17 ve 18, son KİT'ten elde edilen frekans tablosu göz önünde bulundurularak oluşturulan zihin haritalarını göstermektedir.



Şekil 16. Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin son KİT'lerinden elde edilen  $KN \geq 8$  için zihin haritası



Şekil 17. Türkiye'deki örnekleme grubunda yer alan öğrencilerin son KİT'lerinden elde edilen KN = 7-5 arası için zihin haritası

Aşağıda yer alan Şekil 18 ise Türkiye'deki örnekleme grubunda yer alan öğrencilerin son KİT'lerinden elde edilen KN= 4-2 için zihin haritasını göstermektedir. Zihin haritasında yer alan 16, 17, 5, 4 vs. gibi sayılar verilen cevap kelime sayılarını göstermektedir. Zihin haritası bu kadar cevap kelime gösterilmesine fırsat vermediği için bu şekilde bir gösterim yoluna gidilmiştir.



Şekil 16, 17 ve 18’de gördüğümüz sonuçları şu şekilde yorumlayabiliriz.

1.  $KN \geq 8$  için 6 anahtar kavramın ortaya çıktığı, bu anahtar kavramlardan 4 tanesinin birbiriyle bağlantılı olduğu ve 3 adacığın oluştuğu gözlenmektedir.
2.  $KN=7-5$  arası için 13 kavramın ortaya çıktığı, bu anahtar kavramlardan 9 tanesinin birbiriyle bağlantılı olduğu ve 5 adacığın oluştuğu gözlenmektedir.
3.  $KN= 4-2$  arası için anahtar kavramların hepsinin ortaya çıktığı ve adacıkların ortadan kalktığı gözlenmektedir.
  - a)  $KN=4-2$  arası için kavram haritasını bakıldığında asit kavramının 10 anahtar kavram (dönüm noktası, tampon çözelti, iletkenlik, tuz, pH, titrasyon, nötrleşme, indikatör, baz, amfoter) ile ilişkilendirildiği; kavram haritasında bu anahtar kavram için 19 cevap kelime (ekşi, limon, kırmızı, HCl, yakıcı, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, tepkime, H<sup>+</sup>, H<sup>+</sup> verir, sirke, elektron alır, H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>COOH, elektrik akımı, tehlikeli, sulu çözelti, pH<7 (2kişi) yada 0<pH<7 (2 kişi) yada pH 0 7 (2 kişi) arası) verildiği ve verilen bu cevap kelimelerden HCl’nin kuvvetlilik anahtar kavramıyla, sulu çözelti cevap kelimesinin iletkenlik anahtar kavramıyla bağlantılarının kurulduğu gözlenmektedir. Öğrencilerin frekans tablolarına bakıldığı zaman, verilen cevap kelimelerden ekşi kelimesinin frekansının  $KN \geq 8$ , limon, H<sup>+</sup>, kırmızı, HCl, sirke kelimelerinin frekansının  $KN= 7-5$  arasında; yakıcı, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, tepkime, elektron alır, CH<sub>3</sub>COOH, elektrik akımı, tehlikeli, sulu çözelti, pH<7 ya da 0<pH<7 ya da pH 0 7 arası kelimelerinin frekanslarının  $KN= 4-2$  arasında olduğu görülmektedir.
  - b)  $KN= 4-2$  arası için baz anahtar kavramının 10 anahtar kavram (amfoter, asit, nötrleşme, pH, tuz, titrasyon, dönüm noktası, pOH, tampon çözelti, indikatör) ile ilişkilendirildiği; kavram haritasında bu anahtar kavram için 17 cevap kelime (acı, OH<sup>-</sup>, sabun/ sabunlu su, mavi, NaOH, kabartma tozu, NH<sub>3</sub>, turnusol kağıdı, kayganlık, çamaşır suyu, H<sub>2</sub>O, deterjan, elektrik akımı, universal indikatör, tepkime, elektron verir, KOH, temizlik malzemeleri, sulu çözelti) verildiği ve verilen bu cevap kelimelerinden NaOH’tin kuvvetlilik anahtar kelimesiyle, “turnusol” cevap kelimesinin indikatör anahtar kavramıyla, sulu çözelti cevap kelimesinin asit anahtar kavramıyla, ayrıca “sulu çözelti” cevap kelimesi iletkenlik anahtar kavramıyla, “H<sub>2</sub>O” cevap kelimesinin hidroliz ve diğer 4 anahtar kavram (asit, tuz, nötrleşme) ile ilişkilendirildiği görülmektedir. Öğrencilerin frekans tablolarına bakıldığı zaman, acı ve OH<sup>-</sup> cevap kelimelerinin frekansının  $KN \geq 8$ , sabun, mavi, NaOH cevap kelimelerinin frekansının  $KN= 7-5$

arasında, kabartma tozu,  $\text{NH}_3$ , turnusol kağıdı, kayganlık, çamaşır suyu,  $\text{H}_2\text{O}$ , deterjan, elektrik akımı, universal indikatör, tepkime, elektron verir,  $\text{KOH}$ , temizlik malzemeleri, sulu çözelti cevap kelimelerinin frekanslarının  $\text{KN}= 4-2$  arasında olduğu görülmektedir.

- c)  $\text{KN}= 4-2$  arası için tuz anahtar kavramının 4 anahtar kavram (asit, nötrleşme, baz, titrasyon) ile bağlantılı olduğu görülmektedir. Ayrıca, tuz anahtar kavramıyla ilgili 7 cevap kelimenin ( $\text{NaCl}$ , tepkime, iyon, nötr,  $\text{pH}=7$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , yeşil) haritada çıktığı görülmektedir, ortaya çıkan cevap kelimelerden  $\text{H}_2\text{O}$ 'nin hidroliz ve diğer 4 anahtar kavram (asit, tuz, nötrleşme) ile bağlantılı, tepkime cevap kelimesinin ise 4 anahtar kavrama (asit, baz, hidroliz, amfoter) bağlı olduğu görülmektedir. Verilen cevap kelimelerden  $\text{NaCl}$  ve nötr kelimelerinin  $\text{KN}= 4-2$  arasında ifade edilmesine rağmen bu iki kelimenin frekanslarını  $\text{KN}= 7-5$  arasındadır.
- d)  $\text{KN}= 4-2$  arası için  $\text{pH}$  anahtar kavramının 6 anahtar kavram ( asit, baz, tampon çözelti,  $\text{pOH}$ , titrasyon, kuvvetlilik) ile bağlantılı olduğu görülmektedir. Ayrıca,  $\text{pH}$  anahtar kavramına 4 cevap kelimenin (bazda 7-14 arası, asitlik değeri, bazlık değeri, logaritma) verildiği gözlenmektedir.
- e)  $\text{KN}= 4-2$  arası için  $\text{pOH}$  anahtar kavramı 3 anahtar kavram (baz,  $\text{pH}$ , kuvvetlilik) ile bağlantılı olduğu ve bu anahtar kavrama 2 cevap kelimenin ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{NaOH}$ ) verildiği görülmektedir.
- f)  $\text{KN}= 4-2$  arası için nötrleşme anahtar kavramının 4 anahtar kavram (asit, tuz, titrasyon, baz) ile bağlantılı olduğu ve bu anahtar kavrama 1 cevap kelimenin ( $\text{H}_2\text{O}$ ) verildiği ve bu cevap kelimelerden  $\text{H}_2\text{O}$  hidroliz anahtar kavramına bağlı olduğu görülmektedir.
- g)  $\text{KN}= 4-2$  arası için titrasyon anahtar kavramının 6 anahtar kavram (nötrleşme,  $\text{pH}$ , asit, tuz, dönüm noktası, eş değerlik noktası) ile bağlantılı olduğu gözlenmektedir. Kavram haritasında bu anahtar kavrama 5 cevap kelimenin (grafik, derişim, kuvvetli asit, kuvvetli baz, eğri) verildiği ve bu cevap kelimelerinden 2 tanesinin (kuvvetli asit, kuvvetli baz) kuvvetlilik anahtar kavramıyla ilişkilendirildiği gözlenmektedir.
- h)  $\text{KN}= 4-2$  arası için hidroliz anahtar kavramına 6 cevap kelime (tepkime,  $\text{H}_2\text{O}$ , zayıf asit, zayıf baz, ayrışma, kuvvetli baz) verildiği ve  $\text{H}_2\text{O}$  anahtar kelimesi ile 4 anahtar kavramına (baz, nötrleşme, tuz, asit) bağlandığı, zayıf asit cevap

kelimesinin tampon çözelti anahtar kavramıyla, tepkime cevap kelimesinin 4 anahtar kavram (amfoter, tuz, asit, baz) ile ilişkilendirildiği görülmektedir.

- i) KN= 4–2 arası için indikatör anahtar kavramını 3 anahtar kavram (asit, baz, dönüm noktası) ile ilişkilendirildiği, kavram haritasında bu anahtar kavram için 9 cevap kelimesinin (kırmızı, ayıraç, fenolftalein, turnusol kağıdı, universal indikatör, mor lahana, renk değişimi, mor, yeşil) verildiği, bu cevap kelimelerinden turnusolun baz ve asit anahtar kavramlarıyla, kırmızı kelimesinin asit anahtar kavramıyla, renk değişiminin ise dönüm noktası anahtar kavramıyla ilişkilendirildiği gözlenmektedir.
- j) KN= 4–2 arası için dönüm noktası anahtar kavramının 4 anahtar kavram (asit, baz, indikatör, titrasyon) ile bağlantılı olduğu ve kavram haritasında bu anahtar kavram ile ilgili sadece bir tane cevap kelimesinin verildiği (renk değişimi), renk değişimi cevap kelimesinin indikatör anahtar kavramına bağlandığı gözlenmektedir.
- k) KN= 4–2 arası için eş değerlik noktası anahtar kavramının titrasyon ve nötrleşme anahtar kavramları ile ilişkilendirildiği gözlenmektedir.
- l) KN= 4-2 arası için kuvvetlilik anahtar kavramının 3 anahtar kavram (pH, pOH, konsantrasyon) ile ilişkilendirildiği gözlenmektedir. Bu anahtar kavrama 5 cevap kelimesinin (HCl, kuvvetli asit, kuvvetli baz, NaOH, iyonlaşma) verildiği, HCl cevap kelimesinin asit anahtar kavramına, NaOH cevap kelimesinin baz anahtar kelimesine, ve 2 cevap kelimesinin (kuvvetli asit, kuvvetli baz) ise titrasyon anahtar kavramı ile ilişkilendirildiği görülmektedir.
- m) KN= 4–2 arası için iletkenlik anahtar kavramının 2 anahtar kavram (asit, baz) ile verildiği gözlenmektedir. Bu anahtar kavrama 6 cevap kelimesinin (OH<sup>-</sup>, H<sup>+</sup>, kuvvetli asit, kuvvetli baz, elektrik akımı, sulu çözelti) verildiği gözlenmektedir. Kavram haritasında cevap kelimelerinden sulu çözelti ve elektrik akımı cevap kelimelerinin asit ve baz anahtar kavramları ile; kuvvetli asit, kuvvetli baz cevap kelimelerinin ise titrasyon ve kuvvetlilik anahtar kavramları ile ilişkilendirildiği gözlenmektedir.
- n) KN= 4–2 arası için amfoter anahtar kavramı 2 anahtar kavram (asit, baz) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, kavram haritasında amfoter anahtar kavramı için 4 cevap kelimesinin (Zn, Al, Sn, Pb) ortaya çıktığı gözlenmektedir.

- o) KN= 4–2 arası için tampon çözelti anahtar kavramı 3 anahtar kavramla (asit, baz, pH) ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, tampon çözelti anahtar kavramıyla ilgili kavram haritasında 4 cevap kelimenin (zayıf asit, zayıf baz, kuvvetli baz, anyon) ortaya çıktığı ve bu cevap kelimelerden zayıf asit cevap kelimesinin hidroliz anahtar kavramına bağlı olduğu görülmektedir.
- p) KN= 4–2 arası için konsantrasyon anahtar kavramının kuvvetlilik anahtar kavramı ile ilişkilendirildiği ve bu anahtar kavram için 5 cevap kelimenin (derişim, madde miktarı, yoğunluk, mol/hacim, molarite ) verildiği gözlenmektedir.

### 3.1.1.2. ABD’li Öğrencilerin Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Bulgular

ABD’deki örnekleme yer alan öğrencilerin kelime ilişkilendirme testinden elde edilen bulguları “ön KİT’ten elde edilen bulgular” ve “son KİT’ten elde edilen bulgular” şeklinde iki kısımda sergilenecektir.

#### 3.1.1.2.1. Ön KİT’den Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda, öncelikle, örnekleme yer alan 5 öğrencinin ön ve son KİT’te yer alan anahtar kavramlara verdikleri cevap kelime sayılarını gösteren bulgular Tablo 13’te verilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama bittikten sonraki kelime sayılarının karşılaştırması yapılmıştır. Sonrasında ise, ön KİT’tin frekans tablosundan elde edilen zihin haritaları sergilenmiştir. Öğrencilerin ön ve son KİT’ten elde edilen frekans tablosu Ek 9’da gösterilmiştir.

Tablo 13. ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son KİT’te anahtar kavramlara verdikleri cevap kelime sayıları

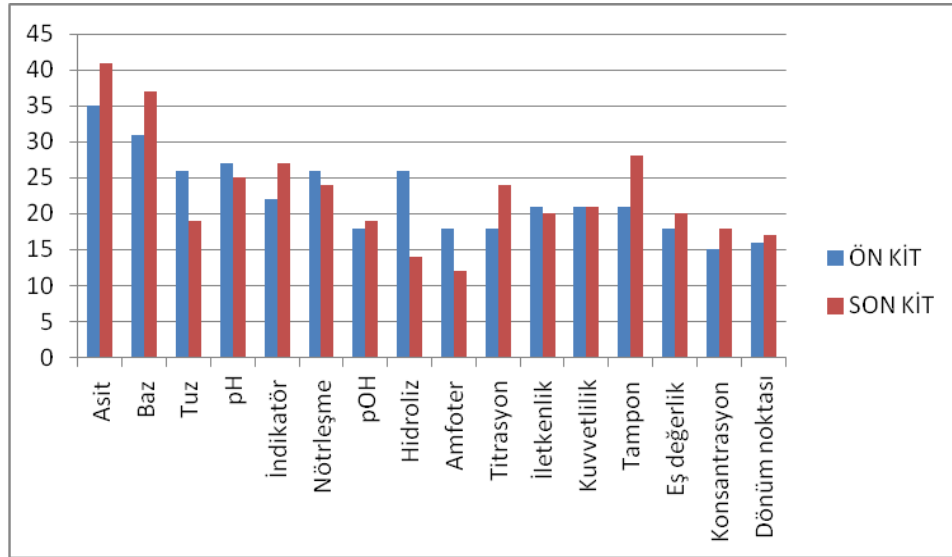
Anahtar kavramlar	ÖN KİT	SON KİT
Asit	35	41
Baz	31	37
Tuz	26	19
pH	27	25
İndikatör	22	27
Nötrleşme	26	24
pOH	18	19



Tablo 13'ün devamı

Hidroliz	26	14
Amfoter	18	12
Titrasyon	18	24
İletkenlik	21	20
Kuvvetlilik	21	21
Tampon	21	28
Eş değerklik	18	20
Konsantrasyon	15	18
Dönüm noktası	16	17
Toplam	359	366

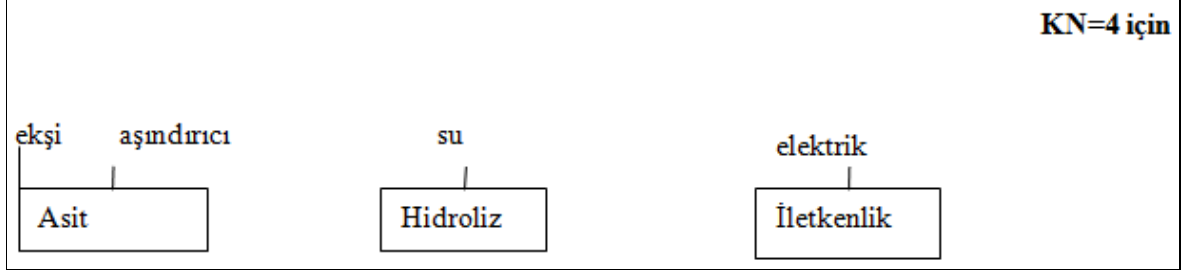
Tablo 13, incelendiğinde, genel olarak, öğrencilerin son KİT'teki cevap kelime sayılarında ön KİT'e göre bir artış olmasına rağmen “tuz”, “pH”, “nötrleşme”, “hidroliz”, “amfoter”, “iletkenlik” anahtar kavramlarında ön KİT'te öğrencilerin daha fazla cevap kelime yazdıkları görülmektedir.



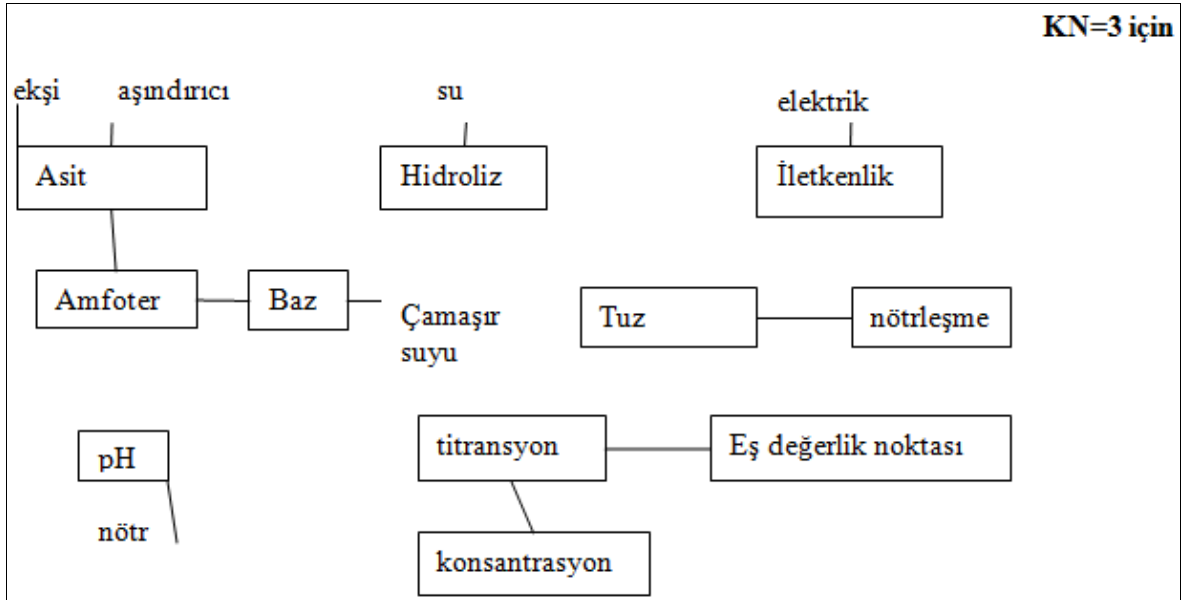
Şekil 19. ABD'deki örneklem grubunda yer öğrencilerin ön ve son KİT'ten her bir anahtar kavram için aldıkları toplam puanlar

Şekil 19'da öğrencilerin ön ve son KİT'te anahtar kavramlara verdikleri cevap kelimelerin sayısının grafiksel gösterimidir. Grafik incelendiğinde, “tuz”, “pH”, “nötrleşme”, “hidroliz”, “amfoter”, “iletkenlik” kavramlarında son KİT'te azalma olduğu görülmektedir.

Şekil 20’de öğrencilerin ön KİT’den elde edilen frekans tablosuna bakarak, kesme noktası yöntemi kullanarak hazırlanan kavram haritalarını göstermektedir.

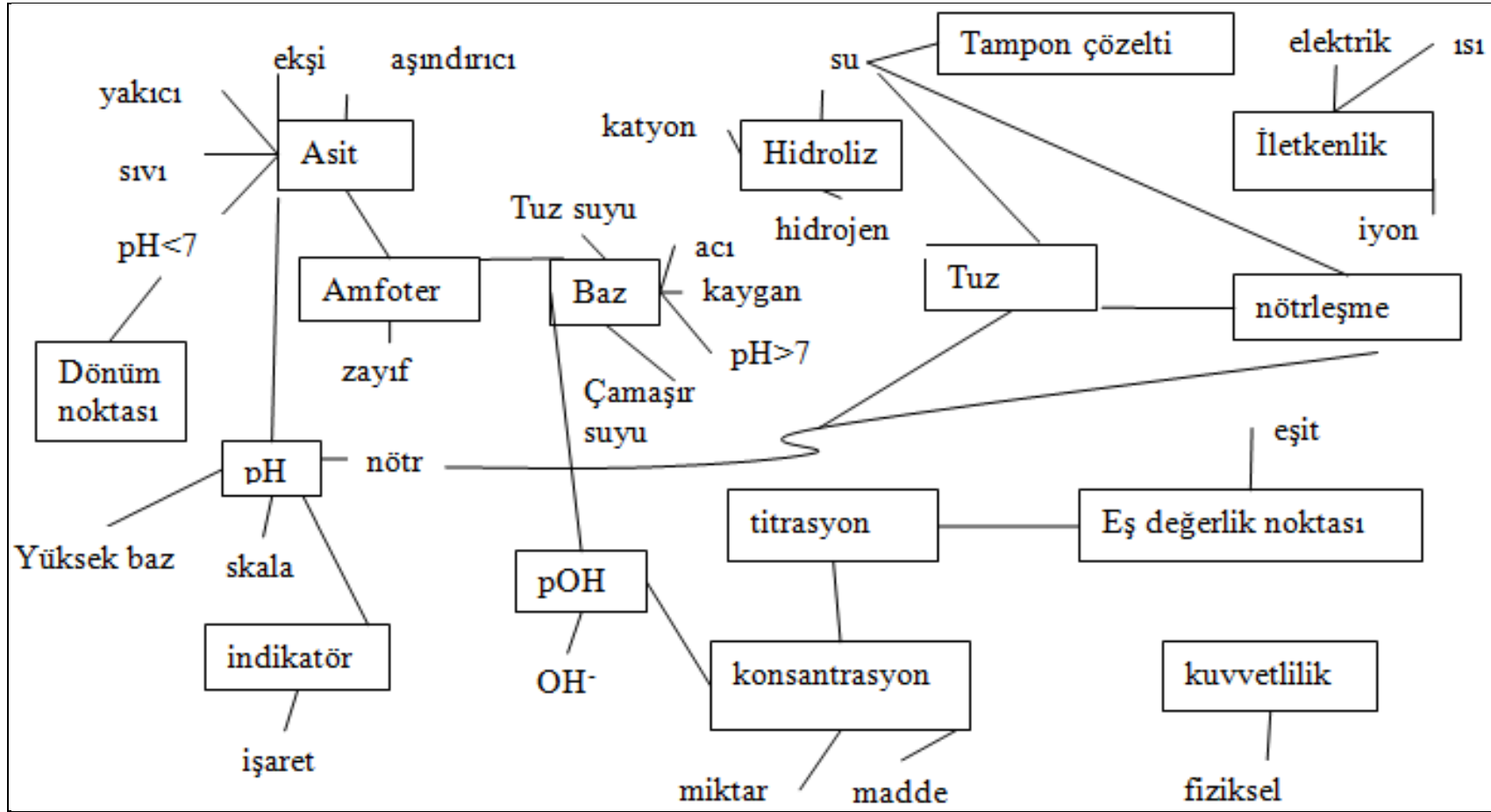


Şekil 20. ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT’lerinden elde edilen KN= 4 için zihin haritası



Şekil 21. ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT’lerinden elde edilen KN= 3 için zihin haritası

Aşağıda yer alan Şekil 22, ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT’lerinde KN=2 için oluşturulan zihin haritasını göstermektedir.



Şekil 22. ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön KİT’lerinde KN=2 için zihin haritası

Şekil 20, 21 ve 22’de de görüldüğü gibi frekansı en yüksek olan değerden kesme noktasının 1 aşağısı alınarak sırasıyla aşağıya doğru inilmiş ve bütün anahtar kavramların haritada çıkması sağlanarak genel bir kavram haritasına ulaşılmıştır. Ulaşılan kavram haritalarını aşağıdaki gibi yorumlamak mümkündür.

1. KN=4 için 3 anahtar kavramın ortaya çıktığı ve kavram haritasında 3 adacık oluştuğu görülmüştür.
2. KN=3 arası için 11 anahtar kavramın ortaya çıktığı ve 6 adacığın oluştuğu görülmektedir. Oluşan bu adacıkların ikisinde 3 anahtar kavramın birbiriyle bağlantılı olduğu, diğerinde ise 2 anahtar kavramın birbiriyle bağlantılı görülmektedir.
3. KN=2 arası için 16 anahtar kavramın ortaya çıktığı ve üç adacığın kaldığı görülmektedir.
  - a. KN=2 arası için Asit anahtar kavramının 4 anahtar kavram ile bağlantılı olduğu (pH, nötrleşme, baz, amfoter) . Ayrıca, asit anahtar kavramına 5 cevap kelimenin (yakıcı, ekşi, sıvı, aşındırıcı,  $\text{pH} \leq 7$ ) verildiği ve bu cevap kelimelerden  $\text{pH} \leq 7$ ’nin dönüm noktası anahtar kavramı ile bağlantı kurduğu görülmektedir.
  - b. KN=2 arası için baz anahtar kavramının 4 anahtar kavram ile bağlantılı olduğu (asit, amfoter, pOH, nötrleşme). Ayrıca, baz anahtar kavramına 5 cevap kelimenin (tuz suyu, acı, kaygan, çamaşır suyu,  $\text{pH} \geq 7$ )verildiği görülmektedir.
  - c. KN=2 arası için tuz anahtar kavramının nötrleşme anahtar kavramı ile bağlantılı olduğu ve 4 cevap kelimenin (NaCl, mineral, nötr, su) verildiği görülmektedir. Ortaya çıkan cevap kelimelerden nötr’ün nötrleşme, hidroliz ve pH anahtar kavramlarıyla bağlantılı olduğu, su cevap kelimesinin ise nötrleşme, hidroliz ve tampon çözelti anahtar kavramlarıyla bağlantılı olduğu görülmektedir.
  - d. KN=2 arası için pH anahtar kavramının asit ve indikatör anahtar kavramları ile bağlantılı olduğu, 3 cevap kelimenin (yüksek baz, skala, nötr) verildiği ve nötr cevap kelimesinin tuz, hidroliz ve nötrleşme anahtar kavramıyla bağlantılı olduğu gözlenmektedir.
  - e. KN=2 arası için pOH anahtar kavramı, pOH ve baz anahtar kavramları ile bağlantılı olduğu gözlenmektedir. Ayrıca, pOH anahtar kavramına  $\text{OH}^-$  cevap kelimesinin verildiği görülmektedir.
  - f. KN= 2 arası için nötrleşme anahtar kavramının 3 anahtar kavram (asit,baz,tuz) ile bağlantılı olduğu ve bu anahtar kavrama 2 cevap kelimenin (nötr,  $\text{H}_2\text{O}$ ) verildiği

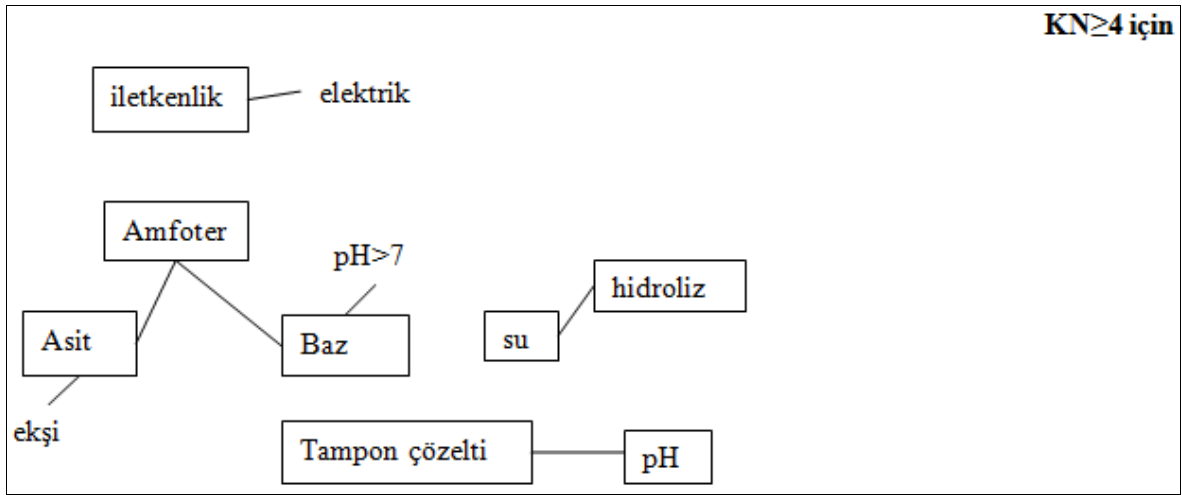
ve bu cevap kelimelerinden nötr'ün pH,tuz ve hidroliz anahtar kavramlarına bağlı olduğu görülmektedir.

- g. KN=2 için titrasyon anahtar kavramının eş değerlik noktası ve konsantrasyon anahtar kavramları ile bağlantılı olduğu görülmektedir.
- h. KN=2 için hidroliz anahtar kavramını hiçbir anahtar kavram ile ilişkilendirilmemiştir. Bu anahtar kavrama 4 cevap kelimenin verildiği ve bu cevap kelimelerden nötr'ün tuz, nötrleşme ve pH anahtar kavramlarıyla bağlantılı olduğu görülmektedir. Yine aynı şekilde su cevap kelimesinin tuz, tampon çözeltisi, nötrleşme anahtar kavramlarıyla bağlantılı olduğu görülmektedir.
- i. KN=2 için indikatör anahtar kavramını pH anahtar kavram ile ilişkilendirmişlerdir. İndikatör anahtar kavramına sadece işaretler cevap kelimenin gözlenmektedir.
- j. KN=2 için dönüm noktası anahtar kavramının başka anahtar kavramlarla ilişkilendirilmediği ve bu anahtar kavrama sadece  $pH \leq 7$  cevap kelimesinin verildiği ve cevap kelimenin asit anahtar kavramına bağlı olduğu gözlenmektedir.
- k. KN= 2 için eş değerlik noktası anahtar kavramının sadece titrasyon anahtar kavramı ile ilişkilendirildiği ve kavram haritasında bu anahtar kavram için eşit cevap kelimesinin verildiği gözlenmektedir.
- l. KN=2 için kuvvetlilik anahtar kavramının başka bir anahtar kavram ile ilişkilendirilmediği ve bu anahtar kavrama sadece fiziksel cevap kelimesinin verildiği görülmektedir.
- m. KN=2 için iletkenlik anahtar kavramının başka bir anahtar kavram ile ilişkilendirilmediği ve bu anahtar kavrama 3 cevap kelimenin (elektrik, ısı ve iyon) verildiği gözlenmektedir. Bu anahtar kavram, kuvvetlilik anahtar kavramı gibi tek başına adacık oluşturan diğer bir kavramdır.
- n. KN=2 için amfoter anahtar kavramı 2 anahtar kavram (asit, baz) ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, kavram haritasında amfoter anahtar kavramı için zayıf cevap kelimesinin ortaya çıktığı gözlenmektedir.
- o. KN= 2 için tampon çözelti anahtar kavramının başka bir anahtar kavram ile ilişkilendirilmediği ve bu anahtar kavrama su cevap kelimesinin verildiği görülmektedir. Su cevap kelimesinin ise nötrleşme, tuz ve hidroliz anahtar kavramları ile bağlantı kurduğu görülmektedir.

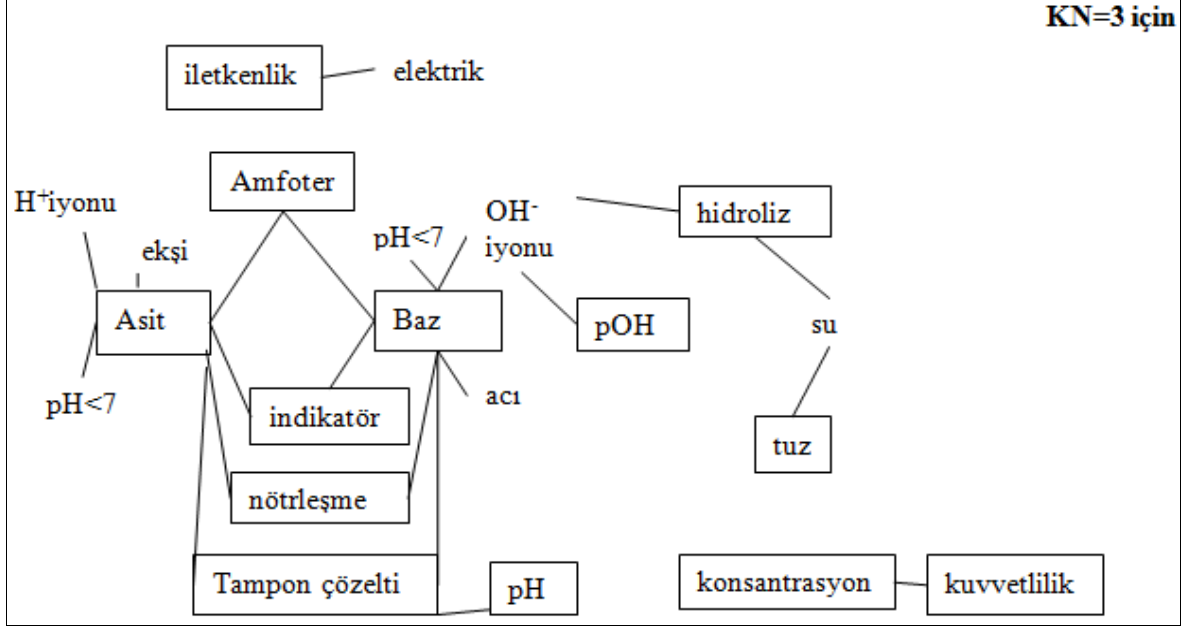
- p. KN= 2 için konsantrasyon anahtar kavramının pOH ve titrasyon anahtar kavramları ile ilişkilendirildiği ve bu anahtar kavrama 2 cevap kelimenin (miktar ve madde) verildiği gözlenmektedir.

### 3.1.1.2.2. ABD’li Öğrencilerin Son KİT’ten Elde Edilen Bulgular

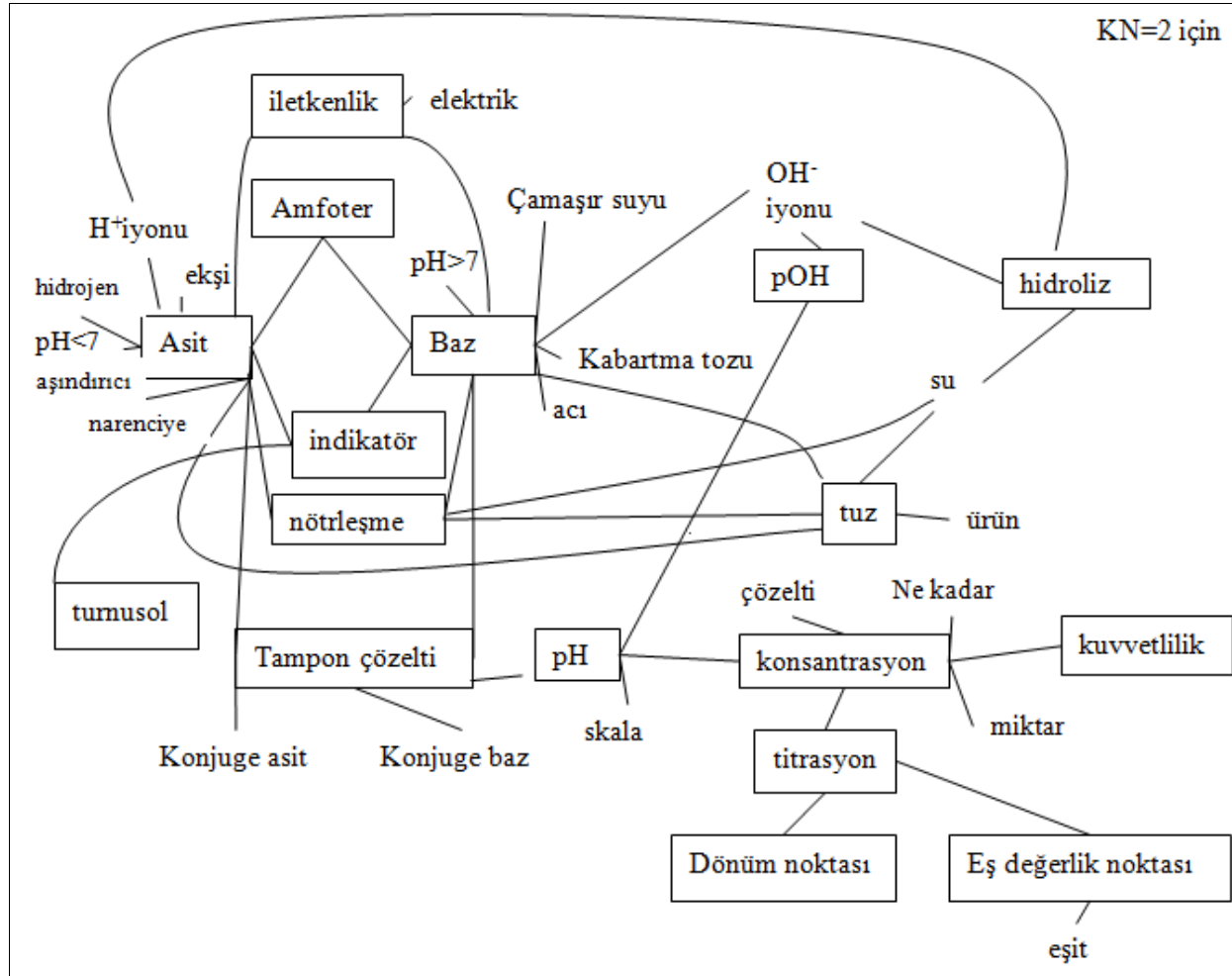
Bu kısımda, son KİT’ten elde edilen bulgular sergilenecektir. Son KİT’te anahtar kavramlara verilen cevap kelimelerin sayısını gösteren Tablo 13’de karşılaştırmalı olarak verildiğinden burada değinilmeyecektir. Aşağıda, şekil 23, 24 ve 25, son KİT’ten elde edilen frekans tablosu göz önünde bulundurularak oluşturulan kavram haritalarını göstermektedir.



Şekil 23. ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin son KİT’lerinden elde edilen  $KN \geq 4$  için zihin haritası



Şekil 24. ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin son KİT'lerinden elde edilen KN =3 için zihin haritası



Şekil 25. ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin son KİT'lerinden elde edilen KN= 2 için zihin haritası



Şekil 23, 24 ve 25’de gördüğümüz sonuçları şu şekilde yorumlayabiliriz.

1.  $KN \geq 4$  için 8 anahtar kavramın ortaya çıktığı ve 4 adacığın oluştuğu gözlenmektedir.
2.  $KN=3$  için 13 kavramın ortaya çıktığı ve 3 adacığın oluştuğu gözlenmektedir. Adacıkların bir tanesinde 10 anahtar kavramın birbiriyle bağlantılı olduğu, diğerinde ise 2 anahtar kavramın birbiriyle bağlantılı olduğu görülmektedir.
3.  $KN=2$  için anahtar kavramların hepsinin ortaya çıktığı ve adacıkların ortadan kalktığı gözlenmektedir. Aşağıda  $KN=2$  için daha detaylı yorumlar bulunmaktadır.
  - a)  $KN=2$  için kavram haritasına bakıldığında asit kavramının 8 anahtar kavram (tampon çözelti, iletkenlik, tuz, pH, nötrleşme, indikatör, baz, amfoter) ile ilişkilendirildiği; kavram haritasında bu anahtar kavram için 6 cevap kelime ( ekşi, aşındırıcı, hidrojen,  $pH < 7$ , narenciye,  $H^+$  iyonu verir) verildiği görülmektedir. Bu cevap kelimelerden  $H^+$  iyonunun hidroliz anahtar kavramıyla ilişkilendirildiği gözlenmektedir.
  - b)  $KN=2$  için baz anahtar kavramının 8 anahtar kavram (amfoter, asit, nötrleşme, pH, tuz, tampon çözelti, indikatör, iletkenlik) ile ilişkilendirildiği; kavram haritasında bu anahtar kavram için 5 cevap kelime ( acı,  $OH^-$  iyonu, kabartma tozu,  $pH > 7$ , çamaşır suyu) verildiği ve verilen bu cevap kelimelerinden  $OH^-$  iyonunun pOH ve hidroliz anahtar kavramlarına bağlandığı gözlenmektedir.
  - c)  $KN=2$  için tuz anahtar kavramının asit, baz ve nötrleşme anahtar kavramları ile bağlantılı olduğu ve tuz anahtar kavramına ürün ve su olmak üzere 2 cevap kelimenin verildiği gözlenmektedir. Ayrıca, su cevap kelimesinin nötrleşme ve hidroliz anahtar kavramlarına bağlandığı görülmektedir.
  - d)  $KN= 2$  için pH anahtar kavramının 6 anahtar kavram ( asit, baz, tampon çözelti, pOH, indikatör, konsantrasyon) ile bağlantılı olduğu ve bu anahtar kavrama skala cevap kelimesinin verildiği görülmektedir.
  - e)  $KN=2$  için pOH anahtar kavramının pH anahtar kavramıyla bağlantılı olduğu ve  $OH^-$  iyonları cevap kelimesinin verildiği görülmektedir. Verilen cevap kelimenin ise baz anahtar kavramı ile ilişkilendirildiği gözlenmektedir.
  - f)  $KN= 2$  için nötrleşme anahtar kavramının 3 anahtar kavram (asit, tuz, baz) ile bağlantılı olduğu ve bu anahtar kavrama nötr cevap kelimesinin verildiği gözlenmektedir.

- g) KN= 2 arası için titrasyon anahtar kavramının 3 anahtar kavram (konsantrasyon, dönüm noktası, eş değerlik noktası) ile bağlantılı olduğu ve bu anahtar kavrama hiç cevap kelimenin verilmediği gözlenmektedir.
- h) KN= 2 için hidroliz anahtar kavramına 3 cevap kelime (su, OH<sup>-</sup>iyonu, H<sup>+</sup>iyonu) verildiği ve su anahtar kelimesi ile tuz ve nötrleşme anahtar kavramlarına bağlandığı görülmektedir.
- i) KN= 2 için indikatör anahtar kavramını 3 anahtar kavram ( asit, baz, pH) ile ilişkilendirildiği gözlenmektedir.
- j) KN=2 için dönüm noktası anahtar kavramının titrasyon anahtar kavramına bağlandığı gözlenmektedir.
- k) KN= 2 arası için eş değerlik noktası anahtar kavramının titrasyon anahtar kavramı ile ilişkilendirildiği gözlenmektedir.
- l) KN=2 için kuvvetlilik anahtar kavramının konsantrasyon anahtar kavramıyla ilişkilendirildiği görülmektedir.
- m)KN=2 için iletkenlik anahtar kavramının asit ve baz anahtar kavramları ile ilişkilendirildiği gözlenmektedir. Bu anahtar kavrama elektrik cevap kelimesinin verildiği gözlenmektedir.
- n) KN=2 için amfoter anahtar kavramının asit ve baz anahtar kavramlarıyla ilişkilendirildiği gözlenmektedir.
- o) KN=2 için tampon çözelti anahtar kavramı 3 anahtar kavramıyla (asit, baz, pH) ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, tampon çözelti anahtar kavramıyla ilgili konjuge asit ve konjuge baz cevap kelimelerinin verildiği görülmektedir.
- p) KN=2 için konsantrasyon anahtar kavramının kuvvetlilik anahtar kavramı ile ilişkilendirildiği ve bu anahtar kavram için 3 cevap kelimenin (miktar, çözelti, ne kadar) verildiği gözlenmektedir.

### 3.1.2. Kavram Haritalarından Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda, öğrencilerin uygulamadan önce ve uygulama bittikten sonra çizdikleri kavram haritalarından elde edilen bulgulara yer verilecektir. Kavram haritalarının analizi, tezin 2. Kısımında kavram haritalarının analizi başlığı altında detaylı bir şekilde verilmiştir. Bulgular sergilenirken, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından elde edilen bulgular karşılaştırmalı bir biçimde verilmiştir. Bunun için, kavram haritasının birinci, ikinci ve

üçüncü kısımdan elde edilen bulgular aşağıda sırasıyla sunulmuştur. KİT’te olduğu gibi, burada da Türkiye’deki örneklem grubundan elde edilen bulgular sunulduktan sonra ABD’deki örneklem grubundan elde edilen bulgular sunulacaktır.

### 3.1.2.1. Türkiye’deki Öğrencilerin Ön ve Son Kavram Haritalarından Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda, kavram haritasının analizi için kullanılan üç kısım ayrı başlıklar halinde sunulacaktır.

#### 3.1.2.1.1. Kavram Haritası Analizinde 1. Kısımdan Elde Edilen Bulgular

Kavram haritasının 1. kısmında öğrencilerin yaptıkları kavram haritalarının şekil olarak analiz edilmesi bulunmaktadır. Öğrencilerin çizdikleri kavram haritaları, hiyerarşik kavram haritası, hiyerarşik olmayan kavram, ağ (net) haritası ve zincir kavram haritası olmak üzere 3 şekilde analiz edilmiştir. Tablo 14, örneklemde yer alan 12 öğrencinin ön ve son kavram haritasının şekil olarak analiz edilmesinden elde edilen bulguları göstermektedir.

Tablo 14. Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin çizdikleri kavram haritalarının şekil olarak gösterimi

Kavram haritası şekilleri Öğrenciler	Hiyerarşik kavram haritası		Hiyerarşik olmayan, ağ kavram haritası		Zincir kavram haritası	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
T1			✓	✓		
T2			✓	✓		
T3			✓	✓		
T4			✓	✓		
T5	✓	✓				
T6			✓	✓		
T7			✓	✓		
T8			✓	✓		
T9			✓	✓		
T10			✓	✓		
T11			✓	✓		
T12			✓	✓		

Tablo 14. İncelendiğinde, öğrencilerin uygulama yapmadan önce çizdikleri ön kavram haritaları ve uygulamadan sonra çizdikleri son kavram haritaları incelendiğinde, T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8, T9, T10, T11 ve T12 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında hiyerarşik olmayan, net kavram haritası çizdikleri görülmektedir. T5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında hiyerarşik yapıda bir kavram haritası çizdiği gözlenmektedir. Bunun yanında, öğrencilerden hiçbir tanesinin çiziminde zincir kavram haritasını kullanmadığı görülmektedir.

### 3.1.2.1.2. Kavram Haritasının 2. Kısımının Analizinden Elde Edilen Bulgular

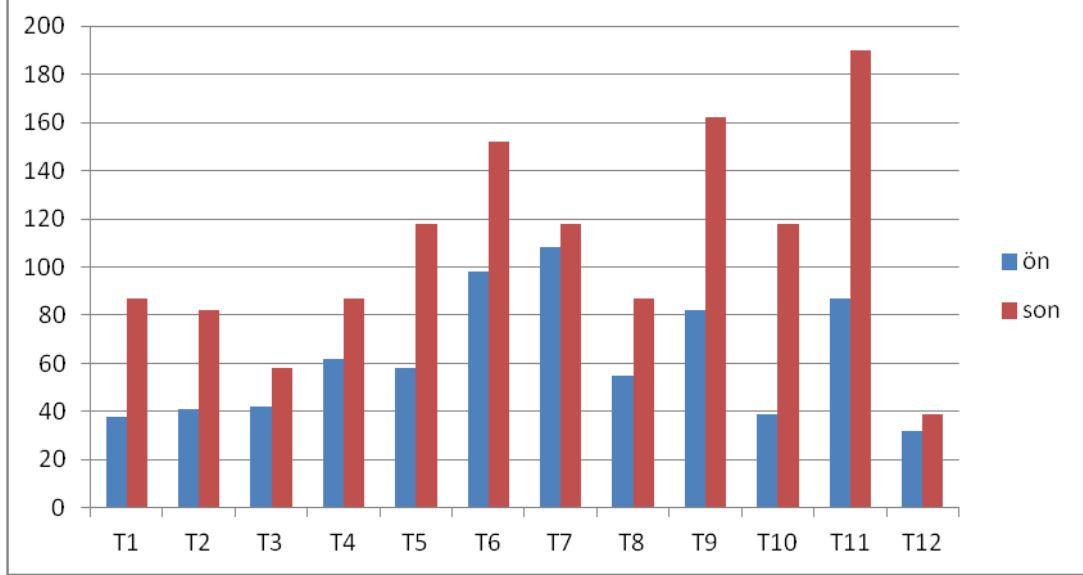
Kavram haritasının 2. kısmında, nicel bir analiz yapılmıştır. Nicel analizde 6 ölçüt göz önüne alınmıştır. Bu ölçütler, “kavram sayısı”, “önergelerin sayısı”, “çapraz bağlantı sayısı”, “hiyerarşi sayısı”, “örnek sayısı” ve “birbirine bağlantılık değeri”dir. Tablo 15, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları toplam puanları göstermektedir. Öğrencilerin toplam puanları “birbirine bağlantılık değeri” dışındaki ölçütlerin toplanması sonucunda elde edilmiştir.

Tablo 15. Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları toplam puanlar

Öğrenciler	Ön	Son
T1	38	87
T2	41	82
T3	42	58
T4	62	87
T5	58	118
T6	98	152
T7	108	118
T8	55	87
T9	82	162
T10	39	118
T11	87	190
T12	32	39

Tablo 15, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları toplam puanları göstermektedir. Tablo incelendiğinde ön kavram haritasında en düşük puanı T12 kodlu öğrencinin en yüksek puanı ise T7 kodlu öğrencinin aldığı görülmektedir. Son kavram

haritasında ise en düşük puanı yine T12 kodlu öğrencinin aldığı, en yüksek puanı ise T11 kodlu öğrencinin aldığı gözlenmektedir.



Şekil 26. Türkiye’deki öğrencilerin ön ve son kavram haritasından aldıkları toplam puanlar

Şekil 26, yukarıdaki tablonun grafikselleştirilmiş halidir. Örneklemdeki öğrencilerin kavram haritalarından aldıkları toplam puanı göstermektedir. Grafik incelendiğinde, öğrencilerin tamamının son kavram haritalarında ön kavram haritalarına göre daha fazla puan aldıkları gözükmektedir.

#### 1. Ölçüt : “birbiriyle bağlantılılık değeri”

“Birbirine bağlantılılık değeri”, geçerli çapraz bağlantının, kavram sayısına oranının 100 ile çarpılmış halidir. Birbirine bağlılık değerinden toplanan sayısal değerler, anlamlı öğrenme ve yüzeysel öğrenme arasındaki farklılığı ifade eder.

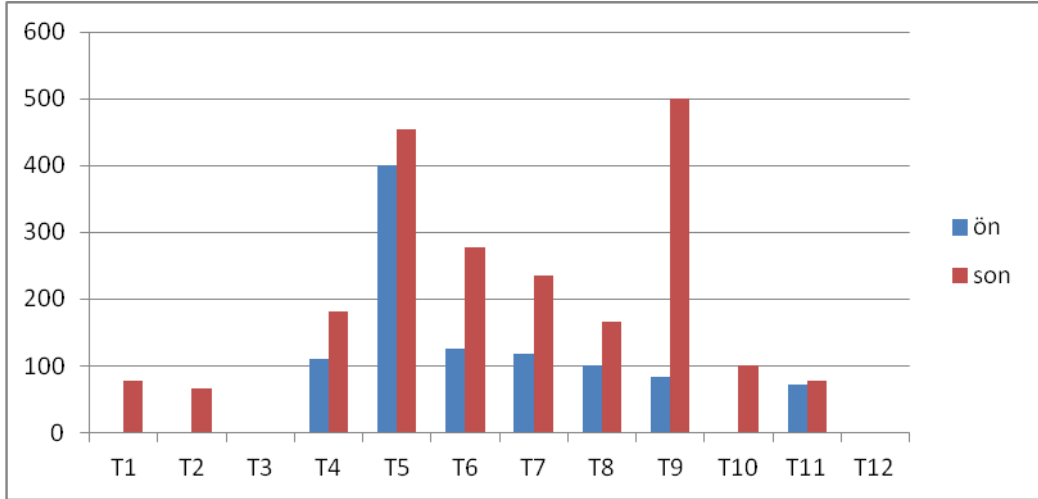
Tablo 16. Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve kavram haritalarında “birbiriyle bağlantılılık değeri”den aldıkları puanlar

Öğrenciler	ÖN	SON
T1	0	76,92
T2	0	66,66
T3	0	0
T4	111,11	181,81
T5	400	454,54
T6	125	277,77

Tablo 16'nın devamı

T7	119,04	235,29
T8	100	166,66
T9	83,33	500
T10	0	100
T11	71,4	76,9
T12	0	0

Tablo 16, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları birbirine bağlantılılık değerini göstermektedir. Öğrencilerin, kullandıkları çapraz bağlantılar ve kavramların sayısı detaylı bir şekilde kavram haritasının analizinin 2. kısmında yer alan kriterler olan “ kavram sayıları” ve “ çapraz bağlantı” kriterlerinde açıklanmıştır.



Şekil 27. Türkiye'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında “birbirine bağlantılılık değerinden” aldıkları toplam puanlar

Şekil 27, yukarıdaki tablonun grafikleştirilmiş halidir. Şekil incelendiğinde, T3 ve T12 kodlu öğrencilerin anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmediği görülmektedir. T1, T2, T10 kodlu öğrencilerin ön kavram haritalarında bağlantılılık puanı alamamalarına karşın, son kavram haritalarında puan aldıkları gözlenmektedir. T4, T5, T6, T7, T9 ve T11 kodlu öğrencilerin son kavram haritasından aldıkları bağlantılılık puanlarının, ön kavram haritalarında aldıkları puanlardan daha fazla olduğu görülmektedir.

## 2. Ölçüt: “kavramların sayısı”

Tablo 17, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazdıkları geçerli ve geçerli olmayan kavramların sayısı göstermektedir.

Tablo 17. Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları geçerli ve geçersiz kavramların sayısı

öğrenciler	Ön		Son	
	Geçerli	Geçersiz	Geçerli	Geçersiz
T1	6	0	13	0
T2	10	0	15	0
T3	8	0	10	0
T4	9	1	11	0
T5	5	1	11	1
T6	16	0	18	0
T7	21	0	17	0
T8	10	0	12	0
T9	12	0	14	0
T10	7	0	20	0
T11	14	0	26	0
T12	8	0	10	0

Tablo 17. öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları geçerli ve geçersiz kavramların sayısını göstermektedir. Tablo incelendiğinde, T7 kodlu öğrenci haricinde örneklemdaki öğrencilerin hepsinin son kavram haritaları ön kavram haritalarına göre daha fazla sayıda geçerli kavram içerdiği görülmektedir. Öğrencilerin geçersiz kavram sayılarına bakıldığı zaman, T1, T2, T3, T6, T7, T8, T9, T10, T11 ve T12 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında geçersiz önerme yazmadıkları görülmektedir. T5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında, geçersiz kavram yaparken, T4 kodlu öğrencinin ön kavram haritasında geçersiz kavram yazmasına rağmen, son kavram haritasında geçersiz kavram yazmadığı görülmektedir.

## 3. Ölçüt: “önermelerin sayısı”

Tablo 18. Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin sayısı

Anlama sev. Öğrenciler	Önermelerin sayısı									
	Ön					Son				
	D	KD	KY	Y	B	D	KD	KY	Y	B
T1	8	0	0	0	0	16	0	0	0	0
T2	8	0	1	1	0	14	0	0	1	0
T3	4	6	0	0	0	6	8	0	0	0

Tablo 18'in devamı

T4	6	6	0	1	0	10	4	2	0	0
T5	7	0	0	0	0	11	2	0	1	0
T6	13	0	2	2	2	20	0	1	0	0
T7	10	5	2	1	3	12	3	1	0	1
T8	7	1	2	0	0	13	1	0	0	0
T9	12	2	1	4	0	18	2	0	0	0
T10	8	0	0	0	0	19	0	1	0	0
T11	9	8	1	0	0	26	10	1	0	0
T12	6	0	0	0	2	5	2	0	3	0

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: Boş

Tablo 18, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yapmış oldukları önermelerin sayısını göstermektedir. Öğrencilerin, önermeleri doğru, kısmen doğru, kavram yanılgısı, yanlış ve boş kategorileri altında incelenmiştir. Bu bağlamda, doğru kategorisine bakıldığında T12 kodlu öğrenci dışındaki öğrencilerin hepsinin son kavram haritasında daha fazla sayıda doğru önerme yaptıkları görülmektedir. Kısmen doğru önermelerin sayılarına bakıldığı zaman, T1, T2, T6 ve T10 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritasında bu kategoride önermeler yazmadıkları görülmektedir. T3, T5, T11 ve T12 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında daha fazla sayıda kısmen doğru önerme yazdıkları, T4 ve T7 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında daha az sayıda kısmen doğru önerme yazdıkları ve T8 ve T9 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram sayılarında eşit sayıda kısmen doğru önerme yaptıkları görülmektedir. Kavram yanılgılı önerme kategorisinde bakıldığı zaman, T1, T3, T5 ve T12 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında kavram yanılgısı kategorisinde önermeler yazmadıkları görülmektedir. T2, T8, T9 kodlu öğrencilerin ön kavram haritalarında kavram yanılgılı önerme kullanmalarına rağmen son kavram haritalarında kavram yanılgılı önerme kullanmadıkları görülmektedir. T6 ve T7 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında, ön kavram haritasına göre daha az sayıda kavram yanılgılı önerme kullandıkları görülmektedir. T11 kodlu öğrencinin ise ön ve son kavram haritalarında aynı sayıda kavram yanılgılı ifade kullandıkları görülmektedir. Yanlış kategorisindeki önermelere bakıldığı zaman, T1, T3, T8, T10 ve T11 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yanlış kategorisinde önerme yazmadıkları görülmektedir. T2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında aynı sayıda yanlış önerme yazdığı görülmektedir. T4, T6, T7 ve T9 kodlu öğrencilerin ön kavram haritalarında yanlış kategorisinde önermeler yazmalarına karşın, son kavram haritalarında yanlış kategorisinde önerme yazmadıkları görülmektedir. T5 ve T12 kodlu öğrencilerin son



kavram haritalarında, ön kavram haritalarına oranla daha fazla sayıda yanlış önerme yazdıkları görülmektedir. Boş kategorisindeki önermelere bakıldığı zaman, T1, T2, T3, T4, T5, T8, T9, T10 ve T11 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında boş kategorisinde cevaplar yazmadıkları görülmektedir. T6 ve T12 kodlu öğrencilerin, ön kavram haritalarında boş kategorisinde önerme yazmalarına karşın, son kavram haritasında bu kategoride önerme yapmadıkları görülmektedir. T7 kodlu öğrencinin ise, son kavram haritasında ön kavram haritasına oranla daha az sayıda boş önerme yazdığı görülmektedir.

Öğrencilerin bu kısımda verdikleri önermeler, kavram haritası analizinin 3. kısmında daha detaylı bir şekilde verilmiştir.

#### 4. Ölçüt: “hierarchy sayısı”

Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerden sadece T5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında hiyerarşik kavram haritası çizdiği anlaşılmaktadır.

#### 5. Ölçüt: “çapraz bağlantı sayısı”

Tablo 19. Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yapmış oldukları çapraz bağlantı sayısı

	Çapraz bağlantı sayısı									
	ÖN					SON				
	GveD	DveKD	GveKY	GveY	GveB	GveD	DveKD	GveKY	GveY	GveB
T1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
T5	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0
T6	2	0	0	1	0	5	0	0	0	0
T7	2	1	0	0	0	4	0	0	0	0
T8	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
T9	1	0	0	0	0	7	0	0	0	0
T10	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
T11	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0
T12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**G ve D:** Geçerli ve Doğru; **D ve KD:** Geçerli ve Kısmen Doğru; **G ve KY:** Geçerli ve Kavram yanlışlığı;  
**G ve Y:** Geçerli ve Yanlış; **G ve B:** Geçerli ve Boş

Tablo 19 öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yaptıkları çapraz bağlantıların sayısını göstermektedir. Tablo incelendiğinde, T3 ve T12 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında çapraz bağlantı yapamadıkları görülmektedir. Çapraz bağlantı esnasında ortaya çıkan kategorilere bakıldığı zaman, “G ve D” kategorisinde T1, T2 ve T10 kodlu öğrencilerin ön kavram haritasında çapraz bağlantı yapmalarına karşın, son

kavram haritalarında çapraz bağlantı yaptıkları görülmektedir. Bunun yanında, T4, T5, T6, T7, T8, T9 ve T11 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında, ön kavram haritalarına göre daha fazla sayıda çapraz bağlantı yaptıkları görülmektedir. “D ve KD” kategorisindeki çapraz bağlantılara bakıldığı zaman, ön kavram haritasında sadece T7 kodlu öğrencinin bu kategoride çapraz bağlantı yaptığı, buna rağmen son kavram haritasında sadece T11 kodlu öğrencinin bu kategoride çapraz bağlantı yapabildiği görülmektedir. “G ve KY” ve “G ve B” kategorileri incelendiğinde, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında bu kategoride bağlantı yapamadığı görülmektedir. “G ve Y” kategorisi incelendiğinde, ön kavram haritasında sadece T6 kodlu öğrencinin çapraz bağlantı yapabildiği, son kavram haritasında ise bu kategoride hiçbir öğrencinin bağlantı yapamadığı görülmektedir.

#### 6. Ölçüt: “ örneklerin sayısı”

Tablo 20. Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında göstermiş oldukları örneklerin sayısı

	Örneklerin sayısı			
	Ön		Son	
	Geçerli	Geçersiz	Geçerli	Geçersiz
T1	0	0	0	0
T2	0	0	0	0
T3	0	0	0	0
T4	0	0	0	0
T5	0	0	0	0
T6	2	0	2	0
T7	2	0	2	0
T8	0	0	0	0
T9	0	0	0	0
T10	0	0	0	0
T11	1	0	8	0
T12	0	0	0	0

Tablo 20, öğrencilerin ön ve son kavram haritasında yapmış oldukları örneklerin sayısını göstermektedir. Tablo incelendiğinde, T1, T2, T3, T4, T5, T8, T9, T10 ve T12 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında herhangi bir örnek vermedikleri gözlenmektedir. T6 ve T7 kodlu öğrencilerin ise ön ve son kavram haritalarında aynı sayıda örnek vermelerine rağmen, T11 kodlu öğrencinin son kavram haritasında daha fazla sayıda örnek verdiği gözlenmektedir.

### 3.1.2.1.3. Kavram Haritasının 3. Kısımından Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında göstermiş oldukları önermeler, MAS, MİS ve SES’de incelenmiştir. Sonrasında, öğrencilerin MAS, MİS ve SES’de verdikleri önermeler Kavram haritası analizinin ikinci kısmında, “önermelerin sayısı” ölçütü altında verilen kategorilere göre ayrılmış şekliyle ifade edilmiştir. Öğrencilerin, MAS, MİS ve SES tablosunun içinde, kategorilerine ayrılarak verilmiş olan önermeler için aynı zamanda tablonun yan tarafında kodlar oluşturulmuştur. Öğrencilerin, ön ve son kavram haritasından elde edilen bulgular bireysel olarak sergilenmiştir. T3, T5, T6 ve T11 kodlu öğrencilerin kavram haritalarında belirttikleri önermeler detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Tablo 21. T1 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri

Gösterim düzeyi	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Kavramlar						
Reaksiyon	✓					
Asitler	✓	✓				
Bazlar	✓	✓				
Amfoter maddeler	✓					
Turnusol kağıdı	✓					
Tuz	✓	✓		✓		
Mor lahana suyu		✓				
Dönüm noktası		✓				
Hidroliz				✓		
pH		✓				✓
pOH						✓
Tampon çözelti		✓				
Eş değerlik noktası		✓				
Üniversal indikatör		✓				
Nötrleşme		✓				
Titrasyon		✓				

Tablo 21, T1 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 6 kavram kullandığı ve kullanılan kavramların tamamının MAS’da olduğu görülmektedir. Öğrencinin son kavram haritasına bakıldığında 13 kavram kullandığı, kullanılan kavramlardan 9 tanesinin sadece MAS’da, 1 tanesinin sadece MİS’de, 1 tanesinin sadece

SES’de, 1 tanesinin hem MİS hem MAS’da, 1 tanesinin ise hem MAS hem SES’de olduğu gözlenmektedir.

Öğrencinin kullandığı önermeler, kategorilere ayrıldığı zaman, ön kavram haritasında kullandığı önermelerden 6 tanesinin doğru kategorisinde olduğu, son kavram haritasında ise kullandığı önermelerden 16 tanesinin doğru kategorisinde olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin bu aşamada elde edilen bulguları kavram haritasının 2 kısmının analizinde gösterilmektedir.

Öğrencinin yaptığı önermelerin içeriğine bakıldığı zaman ön kavram haritasında, “asit ve bazlarla tepkime” kodunun oluştuğu ve bu kodun altında “tuz”, “ amfoter metaller” ve “reaksiyon” alt kodlarının oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında kullanılan önermelerin içeriğine bakıldığında ise, “ asit ve bazlarla tepkime” koduna benzer bir kod olan “nötrleşme” kodu ve kodun alt kodları olarak “tuz” ve “ tepkime” alt kodlarının oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında ön kavram haritasında ortaya çıkmayan “indikatörler” kodu ve bu kodun altında “üniversal indikatör” ve “mor lahana suyu” alt kodlarının oluştuğu anlaşılmaktadır. Öğrencinin son kavram haritasında, “pH” kodu ve bu kodun alt kodları olarak “0-7” ile “7-14” oluştuğu görülmektedir. Ayrıca, “pOH”, “titrasyon”, “ eş değerlik noktası”, “ dönüm noktası”, tampon çözelti” ve “ hidroliz” kodlarının oluştuğu gözlenmektedir.

T1 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, ön kavram haritasında, öğrencinin kullandığı 6 kavramın tamamının MAS’da, son kavram haritasında kullandığı 13 kavramın %69,2’si MAS’da, %7,7’si SES’de, %7,7’si MAS-SES’de, %7,7’si MAS-SES’de kullandığı görülmektedir.

Tablo 22. T2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓		✓		
Baz	✓	✓		✓		
Sulu çözelti	✓					
Amfoter						
CO <sub>2</sub> , su ve tuz	✓				✓	
Cu, Hg, Ag (yarı soy)	✓				✓	
H <sup>+</sup> iyonu			✓	✓		
OH <sup>-</sup> iyonu			✓	✓		
Sulu baz çözeltisi	✓					

Tablo 22'nin devamı

Sulu asit çözeltisi	✓					
H <sub>2</sub> gazı	✓				✓	
Tuz		✓				
Su		✓				
Elektrik akımı		✓				
Kırmızı		✓				
Metaller		✓				
Amfoter metal		✓				
Mavi		✓				
Karbonatlı tuzlar		✓				
Yarı soy metaller		✓				
0-7		✓				
7-14		✓				

Tablo 22, T2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 10 kavram kullandığı ve kullanılan kavramlardan 3 tanesinin sadece MAS, 2 tanesinin sadece MİS'de, 2 tanesinin hem MAS hem MİS'de, 3 tanesinin ise hem MAS hem de SES'de kullanıldığı gözlenmektedir. Son kavram haritasında 15 kavram kullanıldığı gözlenmektedir. Öğrencinin son kavram haritası incelendiğinde, 15 kavramdan, 11 tanesinin MAS'da, 2 tanesinin MİS'de, 2 tanesinin ise hem MAS hem MİS'de kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Öğrencinin ön ve son kavram haritasındaki önermelerin kategorileri incelendiğinde, ön kavram haritasında 8 tane önermenin doğru, 1 tane önermenin yanlış, 1 tane önermenin kavram yanlışlığı kategorisinde olduğu gözlenmektedir. Buna karşın son kavram haritasında kullanılan önermelerden 14 tanesinin doğru, 1 tanesinin yanlış kategorisinde olduğu gözlenmektedir. T2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında ifade ettiği önermelerin içeriği incelendiğinde, ön kavram haritasında “ suda çözünme”, “elektrik akımı”, “tepkimeler” kodu altında “ metaller”, “ asit-baz tepkimeleri ve tuz oluşumu”, “yarı soy metaller” ve “ karbonatlı tuzlar” kodlarının oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkan kodlara ilâve olarak “ tepkimeler” koduna alt kod olarak “ nötrleşme, tuz ve su oluşumu” nun eklendiği gözlenmektedir. Ayrıca, son kavram haritasında, ön kavram haritasından farklı olarak “ turnusol kâğıdı” kodunun ve “pH” kodunun “0-7”, “7-14” alt kodlarıyla birlikte eklendiği gözlenmektedir.

T2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES'de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin ön kavram haritasında

kullandığı 10 kavramın %30'u MAS'da, %20'si MİS'de, %20'si MAS-MİS'de ve %30'u MAS-SES'de; son kavram haritasında kullandığı 15 kavramın %73,3'ü MAS'da, %13,3'ü MİS'de, 13,3'ü MAS-MİS'de kullandığı gözlenmektedir.

Tablo 23. T3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓				
Baz	✓	✓				
Tuz	✓	✓				
pH	✓	✓				
pOH		✓				
Tampon çözelti		✓				
Titrasyon	✓	✓				
Amfoter metal	✓	✓				
Turnusol kağıdı	✓	✓				
İndikatör		✓				
Hidroliz					✓	

Tablo, T3 kodlu öğrencinin ön kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 8 kavram kullandığı görülmektedir. Kullanılan kavramlardan 7 tanesi MAS'da, 1 tanesi SES'de olduğu görülmektedir. Öğrencinin son kavram haritasına bakıldığında 10 kavram kullandığı ve kullanılan kavramların hepsinin MAS'da olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle, T3 kodlu öğrencinin kullandığı 8 kavramın %87,5'i MAS'da, %12,5'inin MİS'de; son kavram haritasında kullandığı 10 kavramın %100'ünün MAS'da olduğu gözlenmektedir.

Tablo 24. T3 koldu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kurmuş olduğu önermelerden oluşan kodlar ve anlama seviyeleri ve bu önermelerin MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

		MAS		SES	
		Ön	Son	Ön	Son
pH	pH<7	Asit 7'den küçük pH. (D)	Asit 7'den küçük pH. (D)		
	pH>7	Baz 7'den büyük pH. (D)	Baz 7'den büyük pH. (D)		
Tuz		Asit nötrleşme tuz. (KD) Baz nötrleşme tuz. (KD)	Asit nötrleşme tuz. (KD) Baz nötrleşme tuz. (KD)		
Turnusol kâğıdı		Asit turnusol kâğıdını kırmızıya çevirir. (D) Baz turnusol kâğıdını maviye çevirir. (D)	Asit turnusol kâğıdını kırmızıya çevirir. (D) Baz turnusol kâğıdını maviye çevirir. (D)		
Amfoter		Asit tepkimeye girere amfoter. (KD) Baz tepkimeye girere amfoter. (KD)	Asit tepkimeye girere amfoter. (KD) Baz tepkimeye girere amfoter. (KD)		
Titrasyon		Baz nötrleşme titrasyon. (KD) Asit nötrleşme tuz. (KD)	Baz nötrleşme titrasyon. (KD) Asit nötrleşme tuz. (KD)		
Hidroliz		Asit H <sub>2</sub> O hidroliz. (KD) Baz H <sub>2</sub> O hidroliz. (KD)	-	H <sub>2</sub> O (KD)	
Tampon çözelti			Asit pH değişmez tampon çözelti. (KD) Baz pH değişmez tampon çözelti. (KD)		
İndikatör			Maddelerin asidik yada bazik olup olmadığını gösterir. (D)		

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: Boş

Tablo 24, T3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında, yazmış olduğu ifadelerin MAS, MİS ve SES seviyelere göre ayrılmış halini, vermiş olduğu ifadelerden ortaya çıkan kodları ve anlama seviyelerini göstermektedir. Tablo incelendiğinde, ön kavram haritasında öğrencinin verdiği önermelerden 4 tanesini doğru, 6 tanesini kısmen doğru olarak ifade ettiği gözlenmektedir. Öğrencinin verdiği önermelerin içeriğine

bakıldığında, ön kavram haritasında, pH, tuz, turnusol kağıdı, amfoter, titrasyon ve hidroliz'den bahsettiği gözlenmektedir. Son kavram haritasına bakıldığında, öğrencinin verdiği önermelerden 6 tanesi doğru, 8 tanesi kısmen doğru kategorisinde olduğu görülmektedir. Verilen önermelerin içeriğine bakıldığında ise, ön kavram haritasında ortaya çıkan kodlardan hidroliz ile ilgili hiçbir ifade de bulunmadığı görülmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkmayan, tampon çözelti ve indikatör yeni kodların olduğu gözlenmektedir.

Tablo 25. T4 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓				
Baz	✓	✓				
Turnusol kağıdı	✓	✓				
pH	✓	✓				
pOH	✓	✓				
Tampon çözelti		✓				
Hidroliz		✓	✓			
Tuz	✓	✓				
Eş değerlik noktası		✓				
Su	✓	✓				
Titrasyon	✓	✓				

Tablo 25, T4 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 9 kavram kullandığı görülmektedir. Kullanılan kavramlardan 8 tanesi MAS'da, 1 tanesi MİS'de olduğu görülmektedir. Öğrencinin son kavram haritasına bakıldığında 11 kavram kullandığı ve kullanılan kavramlarının tamamının MAS'da olduğu gözlenmektedir.

Öğrencinin ön ve son kavram haritasındaki önermelerin kategorileri incelendiğinde, ön kavram haritasında 6 tane önermenin doğru, 6 tane önermenin kısmen doğru, 1 tane önermenin yanlış kategorisinde olduğu gözlenmektedir. Buna karşın son kavram haritasında kullanılan önermelerden 10 tanesinin doğru, 4 tanesinin kısmen doğru, 2 tanesinin kavram yanlışlığı kategorisinde olduğu gözlenmektedir.

T4 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında ifade ettiği önermelerin içeriği incelendiğinde, ön kavram haritasında “asit-baz tepkimeleri” kodu ve bu kodun atkında “titrasyon”, “tuz” ve “su” oluşumu” kodlarının olduğu gözlenmektedir. Bunun yanında,



“pH” kodu ve “pH<7” ve “pH>7” gibi alt kodlarının oluştuğu, “hidroliz” ve “turnusol kağıdı” kodlarının oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasında oluşan kodlardan farklı olarak “nötrleşme tepkimeleri” kodu altında “titrasyon”, “tuz” ve “su” oluşumu” gibi alt kodların oluştuğu gözlenmektedir. Ayrıca, son kavram haritasında ön kavram haritasında ortaya çıkmayan “eş değerlik noktası” ve “tampon çözelti” kodlarının oluştuğu gözlenmektedir.

T4 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı 9 kavramın %88,92’unun MAS’da, %11,1’inin MİS’de; son kavram haritasında kullandığı kavramların %100’ünün MAS’da kullanıldığı gözlenmektedir.

Tablo 26. T5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓	✓	✓		
Baz	✓	✓	✓	✓		
Tuz	✓					
Amfoter	✓	✓				
Cu						✓
Hg						✓
Ag						✓
Üniversal indikatör		✓				
pH		✓				
Turnusol kağıdı	✓	✓				
OH <sup>-</sup> iyonu				✓		
H <sup>+</sup> iyonu				✓		

Tablo 25, T5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 5 kavram kullandığı görülmektedir. Kullanılan kavramlardan 3 tanesi MAS’da, 2 tanesi hem MAS, hem MİS’de olduğu görülmektedir. Öğrencinin son kavram haritasına bakıldığında 11 kavram kullandığı, kullanılan kavramlardan 4 tanesinin sadece MAS’da, 2 tanesinin sadece MİS’de, 3 tanesinin sadece SES’de, 2 tanesinin ise hem MAS hem MİS’de kullanıldığı gözlenmektedir. Tablo incelendiğinde, ön kavram haritasında öğrencinin verdiği önermelerden 7 tanesini Doğru olarak ifade ettiği gözlenmektedir.

Öğrencinin verdiği önermelerin içeriğine bakıldığında, ön kavram haritasında, tuz, turnusol kağıdı ve amfoterden bahsettiği gözlenmektedir. Son kavram haritasına bakıldığında, öğrencinin verdiği önermelerden 11 tanesi doğru, 2 tanesi kısmen doğru, 1 tanesinin yanlış kategorisinde olduğu görülmektedir. Verilen önermelerin içeriğine bakıldığında ise, ön kavram haritasında ortaya çıkan kodlardan hidroliz ile ilgili hiçbir ifade de bulunmadığı görülmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkmayan üniversal indikatör, pH, H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> iyonları, Cu, Hg, Ag gibi yeni kodların oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında tuz kodu oluşmasa da öğrencinin bunu asit- baz tepkimesi içinde kullandığı gözlenmektedir.

T5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin 5 kavramın % 60’ının MAS’de, % 40’ının MAS-MİS’de; son kavram haritasında kullandığı 11 kavramın %36,4’ü MAS’de, %18,2’si MİS’de, %27,3’ü SES’de, %18,2’si MAS-MİS’de kullandığı gözlenmektedir.

Tablo 27. T6 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓	✓			
Baz	✓	✓	✓			
Tuz	✓	✓				
Ekşi	✓	✓				
Kızartır	✓					
Turnusol kağıdı	✓					
Limon	✓					
pH	✓	✓				
Su, H <sub>2</sub> O	✓	✓			✓	
H <sup>+</sup>			✓	✓	✓	
OH <sup>-</sup>			✓	✓	✓	
Kaygan	✓	✓				
Acı	✓	✓				
Sabun	✓	✓				
pOH	✓	✓				
Nötr	✓					
Arrhenius		✓				
Bronsted- Lowry		✓				
Lewis		✓				
Hidroliz				✓		
Tampon çözelti		✓				
Tahriş edici		✓				

Tablo 27, T6 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 16 kavram kullandığı görülmektedir. Kullanılan kavramlardan 12 tanesi sadece MAS'da, 2 tanesi hem MAS, hem MİS'de olduğu, diğer 2'sinin ise hem MİS hem SES'de olduğu görülmektedir. Öğrencinin son kavram haritasına bakıldığında 18 kavram kullandığı, kullanılan kavramlardan 15 tanesinin sadece MAS'da 3 tanesinin sadece MİS'de kullanıldığı gözlenmektedir.

T6 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES'de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin kullandığı 16 kavramdan %75'i MAS'da, %12,5'i MAS-MİS'de, %12,5'i MİS-SES'de; son kavram haritasında kullandığı 18 kavramdan 18 kavramın %83,3'ü MAS'da, %16,7'si MİS'de kullandığı gözlenmektedir.

Tablo 28. T6 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kurmuş olduğu önermelerden oluşan kodlar ve anlama seviyeleri ve bu önermelerin MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

		MAS		MİS		SES	
		ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Bazlarla birleşme- tepkime		Asitlerle birleşmesi sonucunda tuzla birlikte <b>su</b> oluşur (D). <b>Asitlerle</b> birleşerek <b>tuz</b> oluşur. (D)	Asitler bazlarla tepkimeye girerek tuz oluşturur. (D) Asitler bazlarla tepkimeye girerek su oluşturur. (D)				
Asitlerle birleşme-tepkime		Bazlarla birleşmesi sonucunda tuzla birlikte <b>su</b> oluşur (D). <b>Bazla</b> birleşerek <b>tuz</b> oluşur. (D)					
Asit ve bazların genel özellikleri	Asit	Asit kızartır. (KY) Ekşidir. (D)	Asidin tadı ekşidir. (D) Asit tahriş edicidir. (KY)				
	Baz	Kaygandır. (D) Acıdır. (D)	Bazın tadı acıdır. (D) Baz kaygandır. (D)				
Örnekler	Asit	Limon	Limon				
	Baz	Sabun	Sabun				
pH		H <sup>+</sup> yoğunluğu pH'dır (Y) Asit pH'ı 0-7 dir. (D)	Asidin pH'sı 0-7 arasındadır. (D)				
pOH		OH <sup>-</sup> yoğunluğu pOH'dır. (Y)	Bazın pH'sı 7-14 arasındadır. (D)				
Turnusol kağıdı		Asitler turnusol kağıdının mavisini kırmızıya dönüştürür. (D) Bazlar turnusol kağıdının maviye dönüştürür. (D)					
Nötr		Tuz nötrdür. (KY).					
H <sup>+</sup>				Asit suya H <sup>+</sup> iyonu verir. (D)	Asit suya H <sup>+</sup> iyonu verir. (D)	H <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup> = H <sub>2</sub> O. (D)	
OH <sup>-</sup>				Baz suya OH <sup>-</sup> iyonu verir. (D)	Baz suya OH <sup>-</sup> iyonu verir. (D)		

Tablo 28'in devamı

Tampon çözelti		Zayıf asitle onun konjuge bazı tampon çözeltiyi oluşturur. (D) Zayıf bazla onun konjuge asidi tampon çözeltiyi oluşturur. (D)				
Hidroliz				Tuz asidikse suya $H_3O^+$ verir. (D) Tuz bazikse suya $OH^-$ verir. (D)		
Asit –baz tanımları	Arrhenius	Asitleri (D), bazları (D) tanımlar.				
	Bronsted-Lowry	Asitleri (D), bazları (D) tanımlar.				
	Lewis	Asitleri (D), bazları (D) tanımlar.				

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: Boş

Tablo 28, T6 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında, yazmış olduğu ifadelerin MAS, MİS ve SES seviyelere göre ayrılmış halini ve vermiş olduğu ifadelerden ortaya çıkan kodları göstermektedir. Tablo incelendiğinde, ön kavram haritasında öğrencinin verdiği önermelerden 13 tanesini Doğru, 2 tanesini kavram yanlışlığı, 2 tanesini yanlış, 2 tanesini boş kategorisinde ifade ettiği gözlenmektedir. Öğrencinin verdiği önermelerin içeriğine bakıldığında, ön kavram haritasında, asit ve bazlarla birleşme, asit ve bazların genel özellikleri, asit ve baz örnekleri, pH, pOH, H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> iyonları, turnusol kağıdı gibi kategorilerin oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasına bakıldığında, öğrencinin verdiği önermelerden 20 tanesi doğru, 1 tanesi kavram yanlışlığı kategorisinde olduğu görülmektedir. Verilen önermelerin içeriğine bakıldığında ise, son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkmayan Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis'e göre asit- baz, hidroliz, tampon çözelti gibi kodların ortaya çıktığı ve turnusol kağıdı ve nötr gibi kodlarla ilgili herhangi bir ifadenin son kavram haritasında yer almadığı görülmektedir.

Tablo 29. T7 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Çözelti	-	✓				
Asit	✓	✓				
H <sup>+</sup>			✓	✓		
pH	✓					✓
Tahriş edici	✓	✓				
Ekşi	✓					
Kırmızı	✓					
Tuz	✓	✓				
1-7	✓	✓			✓	✓
7-14	✓	✓			✓	✓
7	✓	✓			✓	✓
Su	✓	✓				
Tuz	✓	✓				
Elektrik iletkenliği	✓					
Amfoter metaller	✓	✓				
Baz	✓	✓				
OH <sup>-</sup>			✓	✓		
pOH	-					
Kaygan	✓	✓				
Acı	✓					
H <sub>2</sub>						
Mavi	✓					
Tampon çözelti		✓				
X <sup>+</sup> iyonu				✓		
Y iyonu				✓		

Tablo 29, T7 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 21 kavram kullandığı ve bu kavramlardan 3 tanesinin herhangi bir önerme sahip olmadığı için toplamda 18 kavramın MAS, MİS ve SES’de olup olmadığına bakılmıştır. Bu bağlamda, kullanılan kavramlardan 13 tanesi sadece MAS’da, 2 tanesi sadece MİS’de, 3 tanesi hem MAS hem SES’de kullanıldığı gözlenmektedir. T7 kodlu öğrencinin son kavram haritasında, 17 kavram kullandığı ve kullanılan kavramlardan 9 tanesinin sadece MAS’da, 4 tanesinin sadece MİS’de, 1 tanesinin sadece SES’de, 3 tane kavramın ise hem MAS hem SES’de kullanıldığı gözlenmektedir. T7 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, T7 kodlu öğrenci ön kavram haritasında 21 kavram yazmıştır; ancak bu kavramlardan 3 tanesinin üzerine önerme yazmadığı için 18 kavramın değerlendirmesi yapılmıştır. Buna göre 18 kavramın %72,2’si MAS’da, %11,1’i MİS’de, %16,7’si MAS-SES’de; son kavram haritasında kullandığı 17 kavramın %52,9’sü MAS’da, %23,5’i MİS’de, %17,7’si MAS-SES’de, %5,88’si SES’de kullandığı gözlenmektedir.

Öğrencinin kullandığı önermeler, kategorilere ayrıldığında, ön kavram haritasında kullandığı önermelerden 10 tanesinin doğru kategorisinde, 5 tanesinin kısmen doğru, 2 tanesinin kavram yanılığsı, 1 tanesinin ise yanlış, 3 tanesinin ise boş kategorisinde olduğu görülmektedir.

Son kavram haritasında kullanılan önermelerden 12 tanesinin doğru, 3 tanesinin kısmen doğru, 1 tanesinin kavram yanılığlı ve 1 tanesinin ise boş kategorisinde olduğu gözlenmektedir.

Öğrencinin ön ve son kavram haritalarında kullandığı önermelerin içeriğine bakıldığında, ön kavram haritasında, “asit- baz tepkimeleri” kodunun “ tuz oluşumu”, “su oluşumu” ve “amfoter metaller” alt kodlarıyla birlikte ortaya çıktığı, bunun yanında “turnusol kağı” kodunun oluştuğu, “asit baz özellikleri” kodunun “tahriş eder”, “ekşi”, “kaygan”, “acı” alt kodlarıyla birlikte oluştuğu, “asit baz örnekleri” kodunun “limon” ve “deterjan” alt koduyla birlikte oluştuğu, “pH” kodunun “7”, “1-7”, “7-14” alt kodlarıyla birlikte oluştuğu, “elektriksel iletkenlik” ve “H<sup>+</sup>ve OH<sup>-</sup> “ iyonları kodunun oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkan “elektriksel iletkenlik” kodunun ortaya çıkmadığı gözlenmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkan, “H<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonları” kodu, “pH” kodunun ve alt kodlarıyla

birlikte, “asit ve bazların özellikleri” kodu ve alt kodlarıyla birlikte olduğu gözlenmektedir. Bunun yanında, ön kavram haritasında ortaya çıkan “asit ve bazların genel özellikleri” kodunun son kavram haritasında da ortaya çıkmış olmasına rağmen ön kavram haritasında ortaya çıkan “ekşi” ve “acı” gibi alt kodların oluşmadığı gözlenmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkamayan “tampon çözelti”, “hidroliz” ve “X<sup>+</sup> ve Y<sup>-</sup> iyonlar” kodlarının olduğu gözlenmektedir.

Tablo 30. T8 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓				
Baz	✓	✓				
pH	✓	✓				
pOH	✓	✓				
Amfoter	✓	✓				
Turnusol	✓					
	✓					
Nötrleşme	✓					
Su	✓					
Tuz	✓					
Titrasyon	✓	✓				
Orbital				✓		
H <sub>2</sub>		✓				
Elektron				✓		
Tampon çözelti		✓				
İndikatör		✓				

Tablo 30, T8 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 10 kavram kullandığı ve kullanılan kavramların tamamının MAS’da olduğu görülmektedir. Öğrencinin son kavram haritasına bakıldığında 12 kavram kullandığı, kullanılan kavramlardan 9 tanesinin sadece MAS’da, 2 tanesinin sadece MİS’de olduğu gözlenmektedir. T8 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı 10 kavramın %100’ünün MAS’de, son kavram haritasında kullandığı 11 kavramın %81,8’inin MAS’de, %18,2’sinin MİS’de kullandığı görülmektedir.



Öğrencinin kullandığı önermeler, kategorilere ayrıldığı zaman, ön kavram haritasında kullandığı önermelerden 7 tanesinin doğru, 1 tanesinin kısmen doğru, 2 tanesinin kavram yanlışlığı kategorisinde olduğu görülmektedir. Son kavram haritasında ise kullandığı önermelerden 13 tanesinin doğru, 1 tanesinin kısmen doğru kategorisinde olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin bu aşamada elde edilen bulgularını kavram haritasının 2 kısmının analizi kısmında gösterilmektedir.

Öğrencinin yaptığı önermelerin içeriğine bakıldığı zaman ön kavram haritasında, “asit ve bazlarla tepkime” kodunun oluştuğu ve bu kodun altında “tuz oluşumu”, “su oluşumu” “amfoter” ve “nötrleşme” alt kodlarının oluştuğu gözlenmektedir. Bu kodların yanı sıra “pH”, “pOH”, “turnusol kağıdı” ve “titrasyon” kodlarının oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında kullanılan önermelerin içeriğine bakıldığında ise, “asit ve bazlarla tepkime” koduna benzer bir kod olan “nötrleşme” kodu ve kodun alt kodları olarak “tuz” ve “tepkime” alt kodlarının oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasında oluşan kodlara ilave olarak, “orbital”, “elektron”, “tampon çözelti”, “H<sub>2</sub>” ve “indikatör” kodlarının oluştuğu gözlenmektedir.

Tablo 31. T9 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓				
Baz	✓	✓				
Tuz	✓	✓				
Acı		✓				
OH <sup>-</sup>			✓	✓	✓	
Elektrik akımı		✓				
Turnusol kağıdı	✓	✓				
Nötrleşme	✓	✓				
pH	✓	✓				
Hidroliz		✓				
H <sub>2</sub> O					✓	
HCl					✓	
NH <sub>3</sub>					✓	
Tampon		✓				
Ekşi		✓				
H <sup>+</sup>				✓	✓	
Zn, Al, Pb, Cr, Sn	✓	✓			✓	✓

Tablo 31, T9 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen

bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 10 kavram kullandığı ve kullanılan kavramlardan 6 tanesinin MAS’da, 4 tanesinin SES’de, 1 tanesinin hem MİS hem SES’de, 1 tanesinin ise hem MAS hem SES’de olduğu görülmektedir. Öğrencinin son kavram haritasına bakıldığında 14 kavram kullandığı, kullanılan kavramlardan 11 tanesinin sadece MAS’da, 2 tanesinin sadece MİS’de, 1 tanesinin ise hem MAS hem SES’de olduğu gözlenmektedir. T9 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, ön kavram haritasında kullandığı 12 kavramlardan %50’si MAS’de, %33,3’ü SES’de, %8,33’ü MİS-SES’de, %8,33’ü MAS-SES’de; son kavram haritasında kullandığı 14 kavramın %78,6’sı MAS’de, %14,3’ü MİS’de, %7,14’ü MAS-SES’de kullandığı gözlenmektedir.

Öğrencinin kullandığı önermeler, kategorilere ayrıldığı zaman, ön kavram haritasında kullandığı önermelerden 12 tanesinin doğru, 2 tanesinin kısmen doğru, 1 tanesinin kavram yanlışlığı, 4 tanesinin yanlış kategorisinde olduğu görülmektedir. Son kavram haritasında ise kullandığı önermelerden 18 tanesinin doğru, 2 tanesinin kısmen doğru kategorisinde olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin bu aşamada elde edilen bulgularını kavram haritasının 2 kısmının analizi kısmında gösterilmektedir.

Öğrencinin yaptığı önermelerin içeriğine bakıldığı zaman ön kavram haritasında, “ asit ve bazlarla tepkime” kodunun olduğu ve bu kodun altında “tuz oluşumu”, “su oluşumu” “ Zn, Al, Pb, Cr, Sn” ve “ nötrleşme” alt kodlarının olduğu gözlenmektedir. Bu kodların yanı sıra “pH” kodu ve bu kodun “ pH<7”, “pH>7” alt kodlarının olduğu, “ asit ve bazların genel özellikler” kodunun “ ekşi” ve “ acı” alt kodlarıyla olduğu, “turnusol kâğıdı” ve “tampon çözelti” kodlarının olduğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında kullanılan önermelerin içeriğine bakıldığında ise, ön kavram haritasında ortaya çıkan kodların hepsinin son kavram haritasında da ortaya çıktığı, yalnızca son kavram haritasında “ asit ve baz tepkimeleri” kodunda “ su oluşumu” alt kodunun ortaya çıkmadığı gözlenmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkmayan “hidroliz”, “elektrik akımı”, “H<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonları” kodlarının ortaya çıktığı gözlenmektedir.

Tablo 32. T10 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓				
Baz	✓	✓				
Tuz	✓	✓				
Su	✓	✓				
Amfoter		✓				
Turnusol kâğıdı	✓	✓				
Hidroliz	✓					
pH	✓					
Yakıcı		✓				
Ekşi		✓				
pH<7		✓				
Kaygan		✓				
Acı		✓				
pH>7		✓				
Kırmızı		✓				
Sarı		✓				
Turuncu		✓				
Mor		✓				
Mavi		✓				
Lâcivert		✓				
Nötr		✓				
Yeşil		✓				

Tablo 32, T10 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 7 kavram kullandığı ve kullandığı kavramların hepsinin MAS’da olduğu gözlenmektedir. Öğrencinin son kavram haritasında 20 kavram kullandığı ve yine kullandığı kavramlardan hepsinin MAS’da olduğu gözlenmektedir. T10 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, ön kavram haritasında kullandığı 7 kavramın ve son kavram haritasında kullandığı 20 kavramın %100’ünün MAS’da kullandığı gözlenmektedir.

Öğrencinin kullandığı önermeler, kategorilere ayrıldığında, ön kavram haritasında kullandığı önermelerden 8 tanesinin doğru kategorisinde olduğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında kullandığı önermelerden 19 tanesinin doğru, 1 tanesinin kavram yanılığısı kategorisinde olduğu gözlenmektedir.

Ön ve son kavram haritasında kullanılan önermelerden ortaya çıkan kodlar incelendiğinde, öğrencinin ön kavram haritasında, “ asit-baz tepkimeleri” kodu ve “ tuz ve

su oluşumu” ve “hidroliz” alt kodlarıyla birlikte oluştuğu, “pH” kodu ve “pH<7” ve “pH>7” kodlarıyla birlikte oluştuğu ve son kod olarak “turnusol kağıdı”nın oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasındaki “pH” kodu ve alt kodlarıyla birlikte çıktığı gözlenmektedir. Yine ön kavram haritasında ortaya çıkan “asit-baz tepkimeleri” koduna, “nötr” alt kodunun eklendiği görülmektedir. Ayrıca, son kavram haritası ön kavram haritasında ortaya çıkamayan “asit-bazların genel özellikleri” kodu “yakıcı”, “ekşi”, “kaygan”, “acı” alt kodlarıyla birlikte ortaya çıktığı, yine ön kavram haritasında ortaya çıkmayan “elektriksel iletkenlik” kodunun ve “indikatörler” kodunun “turnusol” ve “üniversal indikatör” alt kodlarıyla birlikte ortaya çıktığı gözlenmektedir.

Tablo 33. T11 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓	✓	✓		
Baz	✓	✓	✓	✓		
Acı	✓	✓				
7-14	✓	✓				
İletken		✓				
OH <sup>-</sup> iyonu			✓	✓		
Elektron veren		✓		✓		
Nötrleşme	✓	✓				
Soy ve yarı soy metaller		✓				
Au, Cu, Ag,Hg						✓
Amfoter metaller	✓	✓				
Sn,Pb, Zn, Cr, Al	✓				✓	✓
Çamaşır suyu		✓				
Sabun		✓				
NaOH						✓
KOH						✓
Zayıf baz				✓		
H <sub>2</sub> O		✓				
Hidroliz		✓				
İyonlaşma		✓		✓		
Turnusol kağıdı		✓				
Nötr	✓	✓				
pH		✓				
pOH		✓				
0-7	✓	✓				
Sirke		✓				
Limon		✓				
Elektron alan		✓		✓		
Ekşi	✓	✓				
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						✓
HCl						✓
Zayıf asit				✓		
H <sup>+</sup>			✓	✓		

Tablo 33'ün devamı

CH <sub>3</sub> COOH						✓
NH <sub>3</sub>						✓
7	✓					
Tuz	✓					

Tablo 33, T11 kodlu öğrencinin ön kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 14 kavram kullandığı görülmektedir. Kullanılan kavramlardan 9 tanesi MAS'da, 2 tanesi MİS'de, 1 tanesi hem MAS hem SES'de, 2 tanesinin ise hem MAS hem MİS'de olduğu görülmektedir. Son kavram haritasında toplamda 26 kavram kullanıldığı, kullanılan kavramlardan 19 tanesinin sadece MAS'da, 5 tanesinin sadece MİS'de, 8 tanesinin sadece SES'de, 4 tanesinin ise hem MAS hem MİS'de kullanıldığı gözlenmektedir. T11 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES'de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı 14 kavramın %64,3'ünün MAS'de, %14,3'ünün MİS'de, %7,14'ünün MAS-SES'de, %14,3'ün MİS-MİS'de; son kavram haritasında kullandığı 26 kavramın %69,2'sinin MAS'de, %19,2'sinin MİS'de kullandığı gözlenmektedir.

Tablo 34. T12 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓				
Baz	✓	✓				
Turnusol kağıdı	✓	✓				
H <sup>+</sup>			✓	✓		
Tuz	✓	✓				
Su	✓	✓				
OH			✓	✓		
1-7 arası		✓				
7-14		✓				
Hidroлиз				✓		
pH	✓					

Tablo 34, T12 kodlu öğrencinin ön kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları

göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 8 kavram kullandığı ve kullanılan kavramlardan 6 tanesinin MAS’da, 2 tanesinin MİS’de olduğu görülürken, son kavram haritasında toplamda 10 kavram kullanıldığı ve kullanılan bu kavramlardan 7 tanesinin sadece MAS’da, 3 tanesinin ise sadece MİS’de olduğu görülmektedir. T12 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı 8 kavramın %75’inin MAS’da %25’inin MİS’de kullanıldığı, son kavram haritasında kullandığı 10 kavramın %70’inin MAS’da, %30’unun MİS’de kullanıldığı gözlenmektedir.

Öğrencinin ön ve son kavram haritasında verdiği önermelerin kategorilerine bakıldığı zaman ön kavram haritasında 6 önermenin doğru, 2 önermenin boş kategorisinde olduğu görülmektedir. Son kavram haritasına bakıldığında ise 5 önermenin doğru, 2 önermenin kısmen doğru ve 3 önermenin boş kategorisinde olduğu gözlenmektedir.

Ön ve son kavram haritasındaki ortaya çıkan kodlar incelendiğinde, ön kavram haritasında “pH” kodunun “0–7” ve “7–14” alt kodlarıyla birlikte oluştuğu, “H<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup>” iyonları kodunun, “turnusol kâğıdı” ve “tuz ve su” kategorilerinin oluştuğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında oluşan kodlar incelendiğinde, son kavram haritasında ön kavram haritasındaki kodlardan farklı olarak “hidroliz” kodunun oluştuğu gözlenmektedir.

### **3.1.2.2. ABD’li Örneklem Grubunun Kavram Haritalarının Analizi**

ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından elde edilen bulgular “kavram haritasının ilk kısmından elde edilen bulgular”, “kavram haritasının ikinci kısmından elde edilen bulgular” ve “kavram haritasının üçüncü kısmından elde edilen bulgular” şeklinde üç kısımda sergilenecektir.

### 3.1.2.2.1. Kavram Haritasının İlk Kısımdan Elde Edilen Bulgular

Tablo 35. ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin çizdikleri kavram haritalarının şekil olarak gösterimi

	Hiyerarşik kavram haritası		Hiyerarşik olmayan, ağ kavram haritası		Zincir kavram haritası	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
A1			✓	✓		
A2			✓	✓		
A3			✓	✓		
A4			✓	✓		
A5			✓	✓		

Tablo 35, öğrencilerin yaptıkları kavram haritalarının şekil açısından incelenmesi sonucunda elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde, örneklemdeki öğrencilerin hepsinin çizdikleri kavram haritasının hiyerarşik olmayan, ağ kavram haritası şeklinde olduğu görülmektedir.

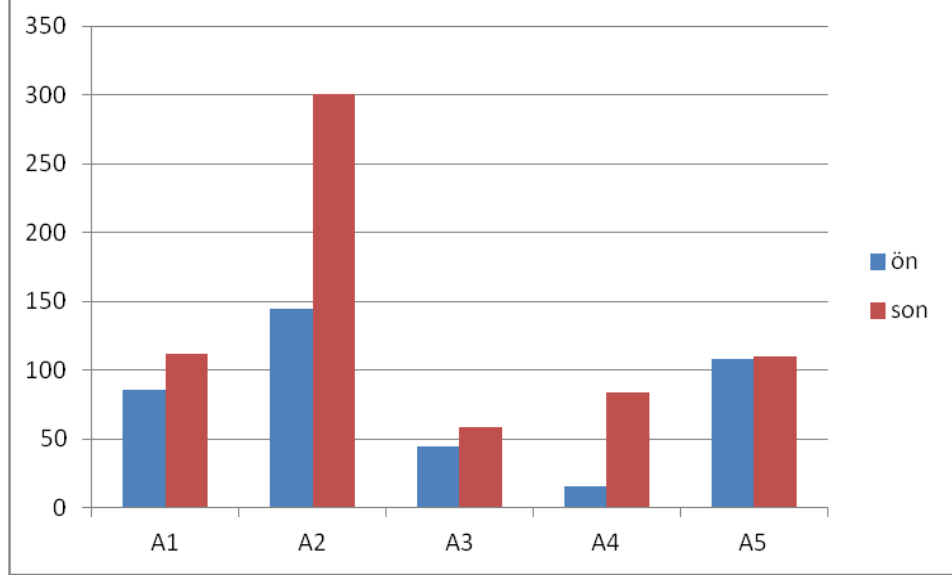
### 3.1.2.2.2. Kavram Haritasının İkinci Kısımından Elde Edilen Bulgular

Tablo 36. ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları toplam puanlar

	ÖN	SON
A1	86	112
A2	145	301
A3	45	59
A4	16	84
A5	108	110

Tablo 36, öğrencilerin ön kavram haritaları ve son kavram haritalarından aldıkları toplam puanlar gösterilmektedir. Toplam puan, öğrencilerin “kavram sayısı”, “ önerme sayısı”, “çapraz bağlantı sayısı”, “ hiyerarşi sayısı” ve “örnek” ölçütlerinin tamamının toplanmasından elde edilmektedir. Tablo incelendiğinde, öğrencilerin son kavram haritalarından aldıkları toplam puanların, ön kavram haritalarından aldıkları toplam puana göre daha fazla oldukları görülmektedir. Tablo incelendiğinde, ön kavram haritasında, en düşük puanı A4, en yüksek puanı A2 kodlu öğrencilerin aldıkları görülürken, son kavram

haritasında en düşük puanı A3 kodlu, en yüksek puanı ise A2 kodlu öğrencilerin aldıkları görülmektedir.



Şekil 28. ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son kavram haritasından aldıkları toplam puanlar

Şekil 28, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları toplam puanların grafiksel olarak gösterilmiş halidir. Şekil incelendiğinde, örneklemdeki öğrencilerin tamamının son kavram haritasında daha fazla sayıda puan aldığı görülmektedir.

#### 1. Ölçüt: “birbiriyle bağlantılılık değeri”

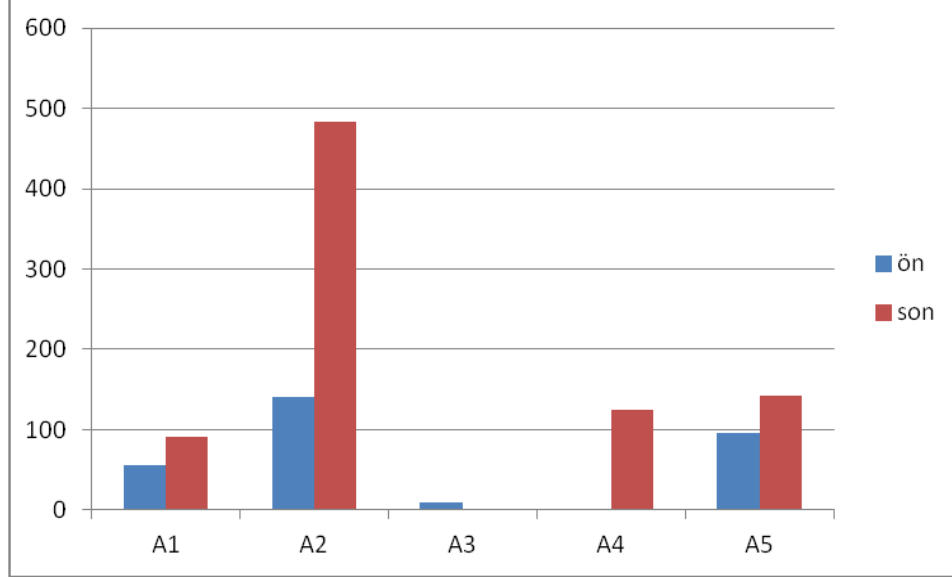
Tablo 37. ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritasında “birbiriyle bağlantılılık değeri”nden aldıkları puanlar

	ÖN	SON
A1	55,55	90,9
A2	141	484
A3	10	0
A4	0	125
A5	95,23	142,85

Tablo 37, öğrencilerin ön ve son kavram haritaları için hesaplanan birbirine bağlantılılık puanlarını göstermektedir. Tablo incelendiğinde, ön kavram haritasında A4 kodlu öğrenci en düşük puanı alırken, en yüksek puanı A2 kodlu öğrencinin aldığı



gözlenmektedir. Son kavram haritasında ise en düşük puanı A3 kodlu öğrenci alırken, en yüksek puanı A2 kodlu öğrencinin aldığı gözlenmektedir.



Şekil 29. ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında “birbirine bağlantılık değerinden” aldıkları toplam puanlar

Şekil 29, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında birbirine bağlantılık değerinden aldıkları puanların grafiksel gösterimidir. Grafik incelediğinde, A1, A2, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarından aldıkları “birbirine bağlantılık” değerinin ön kavram haritalarından aldıkları “birbirine bağlantılık” değerinden daha fazla oldukları gözlenmektedir. Buna karşın, öğrencilerden A3 kodlu, ön kavram haritasında, son kavram haritasına göre daha fazla puan aldığı ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmediği görülmektedir.

## 2. Ölçüt: “kavramların sayısı”

Tablo 38. ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları kavramların sayısı

Öğrenciler	Kavramların sayısı			
	ÖN		SON	
	Geçerli	Geçersiz	Geçerli	Geçersiz
A1	18	0	22	0
A2	22	0	25	0
A3	10	0	13	0

Tablo 38'in devamı

A4	4	0	16	0
A5	21	0	21	0

Tablo 38, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında kullanmış oldukları kavramların sayısını göstermektedir. Tablodan incelendiğinde, A1, A2, A3, A4 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında ön kavram haritalarına göre bir artış olduğu gözlenirken, A5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında aynı sayıda kavram kullandığı görülmektedir. Yine aynı tabloda, öğrencilerin çizdikleri ön ve son kavram haritalarında geçersiz kavram kullanmadıkları görülmektedir.

### 3. Ölçüt: “önergelerin sayısı”

Tablo 39. ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritasında yazmış oldukları önermelerin sayısı

Anlama sev. Öğrenciler	Önergelerin sayısı									
	Ön					Son				
	D	KD	KY	Y	B	D	KD	KY	Y	B
A1	13	2	0	0	2	28	2	0	0	2
A2	17	3	4	4	0	31	10	0	1	4
A3	3	5	2	1	0	8	0	4	2	0
A4	3	0	0	0	0	8	5	0	1	0
A5	12	5	0	0	0	12	3	0	0	2

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru, KY: Kavram yanlışlığı; Y: Yanlış; B: Boş

Tablo 39, öğrencilerin kavram haritalarında kullandıkları önermelerin ön ve son kavram haritalarında nasıl dağılım gösterdiğini göstermektedir. Tablo incelendiğinde, doğru kategorisinde, A1, A2, A3, A4 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında ön kavram haritalarına oranla daha fazla sayıda kullandıkları gözlenmektedir. Kısmen doğru kategorisinde kullanılan önerme sayılarına bakıldığı zaman, A1 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında aynı sayıda kısmen önerme yaptıkları görülmektedir. A2 ve A4 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında ön kavram haritalarına oranla daha fazla sayıda kısmen önerme yapmalarına karşın, A3 ve A5 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında ön kavram haritalarına göre daha az sayıda kısmen önerme yaptıkları görülmektedir. A1, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında kavram yanlışlığı içeren önerme kullanmadıkları görülmektedir. A2 kodlu öğrencinin ön kavram

haritasında kavram yanlışlı ifade kullanmasına rağmen, son kavram haritasında yanlışlı ifade kullanmadığı, A3 kodlu öğrencinin ise son kavram haritasında ön kavram haritasına oranla daha fazla kavram yanlışlı ifade kullandığı görülmektedir. Yanlış kategorisinde kullanılan önermelerin sayılarına bakıldığı zaman A1 ve A5 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında bu kategoride ifade kullanmadıkları gözlenmektedir. A2 kodlu öğrencinin son kavram haritasında ön kavram haritasına oranla daha az sayıda yanlış önerme kullanmasına rağmen, A3 ve A4 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında daha fazla sayıda yanlış önerme kullandıkları gözlenmektedir. Boş kategorisine bakıldığı zaman, A1, A3 ve A4 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında ön kavram haritaları ile aynı sayıda kurdukları bağlantıların üzerine herhangi bir ifade yazmadıkları görülmektedir.

Öğrencilerin bu kısımda verdikleri önermeler daha detaylı olarak tezin Kavram haritası analizinin 3. Kısımında verilmektedir. 3. Kısımda ön ve son kavram haritalarında kullanılan kavramların MAS, MİS ve SES’de nasıl bir dağılım gösterdikleri ile ilgili bilgi verildikten sonra bu kavramların MAS, MİS ve SES’de nasıl kullanıldığı önermeler örnek verilerek anlatılmıştır.

#### 4. Ölçüt: “hierarchy sayısı”

Örneklem grubunda bulunan 5 öğrenciden hiçbiri kavram haritasını çizerken, hierarchy kullanmamıştır. Öğrencilerin tamamı, hierarchy olmayan kavram haritası kullanmıştır.

#### 5. Ölçüt: çapraz bağlantı sayısı

Tablo 40. ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında kurmuş oldukları çapraz bağlantıların sayısı

	Çapraz bağlantı sayısı									
	ÖN					SON				
	GveD	DveKD	GveKY	GveY	GveB	GveD	DveKD	GveKY	GveY	GveB
<b>A1</b>	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<b>A2</b>	3	0	0	1	0	11	2	0	1	0
<b>A3</b>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>A4</b>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<b>A5</b>	2	0	0	0	1	3	0	0	0	2

**G ve D:** Geçerli ve Doğru; **D ve KD:** Geçerli ve Kısmen Doğru; **G ve KY:** Geçerli ve Kavram yanlışlı; **G ve Y:** Geçerli ve Yanlış; **G ve B:** Geçerli ve Boş

Tablo 40, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yapmış oldukları çapraz bağlantıları göstermektedir. Tablo incelendiğinde, A1, A2, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin son kavram haritalarında, ön kavram haritalarına oranla daha fazla sayıda geçerli ve doğru önermeli çapraz bağlantı yaptıkları görülürken, A3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında geçerli ve doğru önermeli çapraz bağlantı yapmadığı görülmektedir. Geçerli ve kısmen doğru önermeli çapraz bağlantı kategorisinde A1, A3, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritasında herhangi bir çapraz bağlantı yapmalarına karşın, A2 kodlu öğrencinin son kavram haritasında daha fazla sayıda çapraz bağlantı yaptığı gözlenmektedir. Geçerli ve kavram yanlış önerme içeren çapraz bağlantı kategorisine bakıldığı zaman, örneklemdaki öğrencilerden hiçbirinin ön ve son kavram haritasında bu kategoride çapraz bağlantı yapmadığı gözlenmektedir. Geçerli bağlantı ve yanlış önerme kategorisinde yer alan çapraz bağlantılara bakıldığı zaman, A1, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında bu kategoride çapraz bağlantı yapmadıkları görülürken, A2 ve A3 kodlu öğrencilerin ön kavram haritasında, son kavram haritasına göre daha fazla sayıda çapraz bağlantı yaptıkları görülmektedir. Geçerli bağlantı ve boş önerme içeren çapraz bağlantılara bakıldığı zaman, A1, A2, A3 ve A4 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında bu kategoride bir çapraz bağlantı yapmalarına karşın, A5 kodlu öğrencinin son kavram haritasında, ön kavram haritasına oranla daha fazla sayıda çapraz bağlantı yaptığı gözlenmektedir.

#### 6. Ölçüt: “örneklerin sayısı”

Tablo 41. ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları örneklerin sayısı

	Örneklerin sayısı			
	Ön		Son	
	Geçerli	Geçersiz	Geçerli	Geçersiz
A1	0	0	0	0
A2	3	0	0	0
A3	3	1	4	2
A4	0	0	0	0
A5	3	0	0	0

Tablo 41, öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yaptıkları örnekleri göstermektedir. Tablo incelendiğinde, A1 ve A4 kodlu öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında örnek vermedikleri görülürken, A2 ve A5 kodlu öğrencilerin ön kavram

haritalarında daha fazla sayıda örnek yaptığı gözlenmektedir. A3 kodlu öğrencinin ise son kavram haritasında, geçerli ve geçersiz örneklerinin sayısının ön kavram haritasına oranla daha fazla olduğu görülmektedir.

### 3.1.2.2.3. Kavram Haritasının Analizinin Üçüncü Kısımından Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin MAS (Makroskobik Seviye), MİS (Mikroskobik Seviye) ve SES (Sembolik Seviye) seviyelerde verdikleri cevaplar, Kavram haritası analizinin 2. aşamasında yer alan ölçütlerden biri olan önermeler dikkate alınarak ifade edilmiştir. Aşağıda ifade edilen D: doğru önermeyi, KD: kısmen doğru önermeyi; Y: yanlış önermeyi; KY: kavram yanlışlığı önermeyi ifade etmektedir.

Tablo 42. A1 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Gösterim seviyesi Kavramlar	Makro		Mikro		Sembolik	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit	✓	✓	✓	✓		
Baz	✓	✓		✓		
Ekşi	✓					
Kırmızı	✓	✓				
Kuvvetli asit	✓	✓				
Zayıf asit	✓	✓				
H <sup>+</sup> iyonları			✓	✓		
7'den küçük	✓	✓				
Aktif metaller	✓	✓				
Dihidrojen	✓	✓				
Tuz	✓	✓				
Bazı metaller	✓	✓				
Zayıf baz	✓	✓				
Kuvvetli baz	✓	✓				
Acı	✓	✓				
7'den büyük	✓					
Mavi	✓					
Kayganlık	✓					
pOH		✓				
Konjugeler		✓				
Hidroлиз				✓		
OH <sup>-</sup> iyonları				✓		
pH		✓				
H <sup>+</sup>				✓		
OH <sup>-</sup>				✓		

Tablo 42, A1 kodlu öğrencinin ön kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 18 kavram kullandığı görülmektedir. Öğrencinin kullandığı kavramlardan 16 tanesi sadece MAS seviyede, 1 tane kavram sadece MİS’de, 1 tane kavram hem MAS hem MİS de kullanıldığı gözlenmektedir. Son kavram haritasında 22 kavram kullanılmıştır. Kullanılan kavramlardan 15 tanesi sadece MAS’da, 5 tanesi sadece MİS’de, 2 tanesi hem MAS hem MİS’de olduğu görülmektedir. A1 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı 18 kavramın %88’sinin MAS’da, %5,5’inin MİS’de, %5,5’sinin MAS-MİS’de, son kavram haritasında kullandığı 22 kavramın %66,2’sinin MAS’da, %22,7’sinin MİS’de, %9,1’sinin MAS-MİS’de kullandığı gözlenmektedir.

Öğrencinin verdiği önermelerin içeriğine bakıldığında, ön kavram haritasında ifade ettiği önermelerden 13tanesi doğru, 2 tanesi kısmen doğru kategorisinde olduğu anlaşılmaktadır. Ön kavram haritasında oluşan kodlara bakıldığı zaman “asit ve bazların genel özellikleri” kodunun alt kısım kategorilerinde “tad” ve “turnusolun rengini değiştirme” alt kodlarının oluştuğu; “pH” kodunun “pH<7, pH>7 gibi alt kodlarıyla birlikte oluştuğu, “ kuvvetli- zayıf asit ve bazlar” kodunun oluştuğu, “aktif ve bazı metallerle reaksiyon” kodu,” tuz ve su oluşumu” kodlarının oluştuğu anlaşılmaktadır. Son kavram haritasında öğrencinin verdiği önermelerden, 16 tanesi doğru, 2 tanesi kısmen doğru kategorisinde olduğu görülmektedir. Verilen önermelerin içeriğine bakıldığında ise son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkan kodların hepsinin son kavram haritasında da ortaya çıktığı, son kavram haritasında ön kavram haritasından farklı olarak “pOH”, “kuvvetli ve zayıf konjuge asit ve bazlar”, “hidroliz”, “OH” iyonu kodlarının eklendiği gözlenmektedir.

Tablo 43. A2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri

Gösterim seviyesi	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Kavramlar						
Asit	✓	✓	✓	✓		
Baz	✓	✓	✓	✓		

Tablo 43'ün devamı

Nötrleşme	✓	✓				
Korozyon	✓					
Yok etmek	✓					
Zayıf asit		✓	✓			
Kuvvetli asit			✓			
İyonlarına ayrışmak			✓			
Karbon, hidrojen, oksijen		✓				
Hidrojen		✓				
H <sub>2</sub> O		✓	✓	✓		
Tuz	✓	✓		✓		
İnce sıvı	✓					
Aşınmak	✓					
Güçlükler	✓					
Hidroksil grubu			✓			
Elektron verir			✓			
Oksitlenmek			✓			
İndirgenmek			✓			
Temizlik malzemeleri	✓					
Kuvvetli koku	✓					
Metal katyon					✓	
Kuvvetli konjuge baz		✓				
Kuvvetlilik		✓		✓		
Konsantrasyon		✓		✓		
İletkenlik		✓		✓		
Mol/L=molarite						✓
pH		✓				
pOH		✓				
pH+pOH=14						✓
Suda iyonlaşma		✓		✓		
Titrasyon		✓				
Eş değerlik noktası		✓				
Dönüm noktası		✓				
Proton				✓		
Lowry-Bronsted		✓		✓		
Zayıf konjuge asidi		✓				
Amfoter		✓				
Kuvvetli baz		✓				
H <sup>+</sup>				✓		
OH <sup>-</sup>				✓		

Tablo 43, A2 kodlu öğrencinin ön kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında toplamda 22 kavram kullandığı görülmektedir. Öğrencinin kullandığı kavramlardan 9 tanesi sadece MAS seviyede, 8 tane kavram sadece MİS de, 1 tane kavram sadece SES'de, 2 tane kavram hem MAS, hem MİS'de kullanılmıştır. Öğrencinin son kavram haritasında 25 kavram kullanılmıştır. Kullanılan kavramlardan 13 tanesi sadece MAS'da, 3 tanesi sadece

MİS’de, 2 tanesi sadece SES’de, 9 tane kavram hem MAS hem MİS’de kullanıldığı görülmektedir. Aşağıda kalın yazılı olan kelimeler, yukarıdaki tabloda gösterilen kavramlardır. A2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı 22 kavramın %41’inin MAS’de, %36,4’ünün MİS’de, %4,5’inin SES’de, %9,1’inin MAS-MİS’de, son kavram haritasında kullandığı 25 kavramın %52’sinin MAS’de, %12’sinin MİS’de, %8’inin SES’de, %36’sının MAS-MİS’de kullanıldığı gözlenmektedir.



Tablo 44. A2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yer alan önermelerden oluşan kodlar, bu kodların anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

		MAS		MİS		SES	
		ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit ve bazların genel özellikleri	Aşınma – tahrip etmek	Asit aşınmaya neden olur. (KY) ve temas ettiği her şeyi tahrip eder (KY)					
	Fiziksel özellikleri	Asitler bana kolaylıkla aşınabilen (KY) ince sıvıları düşündürür. (KY)					
	Oluşmak					Bazlar genellikle hidroksil grubu ve metal katyonundan oluşur. (D) hem metal katyonu hem hidrojenden oluşur.(Y)	
Asit ve bazların genel özellikleri	Diğer	Bazlar güçlükleri kaldırır. (Y) Temizlik malzemelerinin kuvvetli kokuları vardır. (D) Asit çeşitleri zayıf asit, kuvvetli asit.(KD)		Bazlar elektron verir (D) Bazlar oksitlenme olarak bilinir. (Y) indirgenirken. (Y) Elektron kabul eder. (D)			
Kuvvetli	Asit	Asitler kuvvetli ve zayıf olarak ayrılır (KD)		Kuvvetli asitler suda tamamen çözünür(D)		Kuvvetli asitler H ve metal katyonu içerir.(KD)	
	baz		Bazlar kuvvetli olabilir. (D)				

Tablo 44'ün devamı

Zayıf	Asit		Asitler zayıf olabilir.(D)	Zayıf asitler suda tamamen çözünmezler(D)		Zayıf asitler genellikle C,H,O içerirler.(D)	
	Baz						
Örnekler	Asit	Mide asidi bir asit örneğidir (D) Korozyon asit yağmurlarının bir örneğidir(D)					
	baz	Temizlik malzemeleri genellikle bazdır (D)					
Nötrleşme	Suyun oluşumu		Nötrleşmede su oluşur.(KD)	Asitler hidrojen verir(D) bazlara su oluşturmak için.(D) Baz hidroksil grubu verir (D) aside verir H <sub>2</sub> O oluşturmak için. (D)		H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
	Tuz oluşumu		Nötrleşme sonucu tuz oluşur (KD)	Beraber tuz oluştururlar (D)			
	e-katılmak	Asitler nötrleşmeye katılır. (D) Bazlar nötrleşme katılır. (D)					
	Asit yada baz ilavesi		Asit, baza eklendiğinde nötrleşme olur (KD). Baza, asit eklendiğinde nötrleşme olur (KD.)				

Tablo 44'ün devamı

<b>Asit-baz tanımları</b>	<b>Arrhenius</b>				Arrhenius tanımında asit suya $H^+$ verir. (D)		
					Arrhenius tanımında bazlar suya $OH^-$ verir. (D)		
	<b>Bronsted-Lowry</b>				Asit proton verir(D) Bronsted-Lowry'e tanımına göre(D)		
					Bazlar proton kabul eder (D) Bronsted-Lowry tanımına göre. (D)		
<b>Konjuge</b>	<b>Asit</b>		Kuvvetli bazın zayıf konjuge aside sahiptir (D)				
	<b>Baz</b>		Zayıf asitler kuvvetli konjuge baza sahiptir. (D)				
<b>Titration</b>	<b>Dönüm noktası</b>		Dönüm noktası nötrleşmeden hemen sonra meydana gelir. (D)				

Tablo 44'ün devamı

<b>Titrasyon</b>	<b>Eş değerlik noktası</b>		Eş değerlik noktası nötrleşmeyle aynıdır. (KD) Titrasyonda dönüm noktasını belirlemek için indikatör kullanılır. (D) Titrasyon eş değerlik noktasını bulmak ister. (D) Titrasyonda eş değerlik noktasına ulaşılan kadar baz eklenir. (KD)				
	<b>Diğer</b>		Nötrleşme titrasyon kullanılarak bulunur(D)				
<b>pH</b>	<b>pH &lt;7</b>		Asitler pH<7'ye sahiptir. (D)				
<b>pH</b>	<b>pH=7</b>		Eş değerlik noktasında pH'ın 7 olması gerekmez. (D) H <sub>2</sub> O'un nötr bir pH değeri olması gerekmez. (KD)				H <sub>2</sub> O
	<b>pH!&gt;7</b>		Bazın pH>7'e sahiptir. (D)				

Tablo 44'ün devamı

<b>pOH</b>		Konsantrasyon pH ve pOH'ın bulunmasında kullanılır. (D) Bazlar yüksek pOH'a sahiptirler. (Y)				pH ve pOH birbirlerini dengeler ve ikisi birlikte $pOH+pH=14$
<b>Derişim (Konsantrasyon)</b>		Kuvvetlilik konsantrasyonla alakalı değildir. (D) iletkenlik konsantrasyon ile alakalı değildir. (D) Titrasyon bilinmeyen konsantrasyonu bulmak için kullanılır. (D) Eş değerk noktası konsantrasyonlar eşit olduğunda meydana gelir. (D) H <sub>2</sub> O'un nötr bir konsantrasyona sahip olması gerekmez. (KD)				Mol /L= Molarite asit yada bazın sudaki miktarını ölçer.(D)
<b>İyonlaşma</b>				Kuvvetlilik suda iyonlaşma kabiliyetidir (D) Tuzlar suda iyonlaşır. (KD)		
<b>Amfoter</b>		Amfoterlik hem asit hem (D) hem de baz olarak davranabilir.(D).				

Tablo 44'ün devamı

<b>Kuvvetlilik</b>		Kuvvetli konjuge bazın iletkenliği fazladır. (D) Asitler kuvvetlilik ile ölçülebilir (KD). Zayıf konjuge bazın iletkenliği düşüktür. (D) Kuvvetli bazların kuvvetliliği fazladır (D)				
<b>İletkenlik</b>		İletkenlik kuvvetliliği ölçer. (D)		Suda iyonlaşmanın yüksek iletkenliği vardır. (D)		

Yukarıdaki tablo, A2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında, yazmış olduğu ifadelerin MAS, MİS ve SES seviyelere göre ayrılmış halini ve vermiş olduğu ifadelerden ortaya çıkan kodları göstermektedir. Tablo incelendiğinde, ön kavram haritasında öğrencinin verdiği önermelerden 17 tanesinin doğru, 3 tanesinin Kısmen doğru, 4 tanesinin Kavram yanlışlığı ve 4 tane kavramın ise yanlış olarak kullanıldığı gözlenmektedir. Öğrencinin verdiği önermelerin içeriğine bakıldığında, ön kavram haritasında asit ve bazların genel özellikleri kodunun alt kısım kategorilerinde korozyon, tahrip etmek, gerginleştirmek gibi fiziksel özellikler, asit ve bazların hangi maddelerden meydana geldiğini ifade eden önermeler bulunmaktadır. Ayrıca, öğrencinin, asit ve bazların kuvvetliliklerinden, asit-baz örneklerinden, nötrleşme olayından bahsettiği gözlenmektedir. Son kavram haritasında öğrencinin verdiği önermelerden, 31 tanesi doğru, 10 tanesi kısmen doğru, 1 tanesi yanlış ve 4 tanesi boş kategorisinde olduğu görülmektedir. Verilen önermelerin içeriğine bakıldığında ise, ön kavram haritasında ortaya çıkan kodlardan asit ve bazların genel özellikleri ve asit-baz örnekleri ile ilgili hiçbir ifade de bulunmadığı görülmektedir. Ön kavram haritasında ortaya çıkan, nötrleşme koduna, son kavram haritasında yeni bir alt kod eklenirken, son kavram haritasında da, ön kavram haritasında oluşan suyun ve tuzun oluşumu alt koduna bilgiler verdiği görülmektedir. Son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkmayan, asit-baz tanımları, konjuge asit ve baz, titrasyon, eşdeğer ve dönüm noktaları, pH, pOH, kuvvetlilik, iletkenlik, iyonlaşma gibi yeni kodların oluştuğu gözlenmektedir.

Tablo 45. A3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Gösterim seviyesi	Makro		Mikro		Sembolik	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Kavramlar						
Bazlar ve asitler	✓	✓				
Zararlı	✓	✓				
Aşındırıcı	✓	✓				
Alev alabilir	✓					
7'den uzaklaşma	✓	✓				
pH skalası	✓	✓		✓		
pH<7	✓					
pH>7	✓					
Kayganlık		✓				
Asit	✓	✓				
Baz	✓	✓				
Ekşi		✓				
Reaktif		✓				

Tablo 45'in devamı

Tampon çözelti		✓				
H <sub>2</sub> O		✓				
Tuz		✓				
İndikatörler		✓				
Hidrojen iyonu konsantrasyonu				✓		

Tablo 45, A3 kodlu öğrencinin ön kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında 10 kavram kullandığı ve bu kavramların hepsinin makroskobik boyutta olduğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında ise, 15 kavram kullandığı, kullandığı bu kavramlardan 13 tanesinin makro boyutta, 1 tane kavramın mikro boyutta olduğu, 1 kavramın ise hem makroskobik hem de mikroskobik seviyede kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca, öğrencinin ön ve son kavram haritasında 7 ortak kavram kullandığı da görülmektedir. A3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES'de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı 10 kavramın %100'ünün MAS'da, son kavram haritasında kullanılan 15 kavramın %86,6'sının MAS'da, %6,7'si MİS'de, %6,7'si MAS-MİS'de olduğu gözlenmektedir.

Aşağıda kalın yazılı olan kelimeler, yukarıdaki tabloda gösterilen kavramlardır.



Tablo 46. A3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yer alan önermelerden oluşan kodlar, bu kodların anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

		MAS		MİS	
		ÖN	SON	ÖN	SON
Asit ve bazların genel özellikleri	<b>Ekşi kayganlık</b>		<b>Bazlar</b> kaygandır. (D) Asitler ekşidir. (D)		
	<b>Aşındırıcı</b>	Asitler hidroklorik asit gibi aşındırıcı olarak zararlı olabilir. (D)	<b>Asitler</b> aşındırıcıdır. (KY)		
	<b>Zararlı</b>	Asitler zararlı olabilir( <b>KD</b> ) Bazlar zararlı olabilir örneğin ağartıcı (KD)	Bazlar mideye alınırsa zararlıdır. (KY)		
	<b>Diğer</b>	Asitler alev alarak zararlı olabilir. (KD)	Asitler ve bazlar reaktif olabilir. (D) Asit ve baz reaksiyonu tuz ve su oluşturur. (KD)		
pH skalası	<b>pH&gt;7</b>	Asitlerin pH skalası 7'den küçüktür. (D) Bazların pH skalası 7'den büyüktür (D)	Bazların pH'sı 7'den büyüktür. (D)		
	<b>Kuvvetlilik-7'den uzaklaşma</b>	Asidin kuvvetliliği pH 7'den uzaklaşmasıyla belirlenir. (KY) bazların kuvveti pH 7'den uzaklaşmasıyla belirlenir. (KY)	Asidin kuvvetliliği pH 7'den uzaklaşmasıyla belirlenir. (KY) bazların kuvveti pH 7'den uzaklaşmasıyla belirlenir. (KY)		
	<b>pH&lt;7</b>	Asitler ve bazlar pH skalası tarafından belirlenir. (D)	pH skalası 7'nin altındaysa asittir. (D)		
pH skalası	<b>Konsantrasyon</b>				pH skalası hidrojen iyonu konsantrasyonlarından oluşmaktadır. (KD)

Tablo 46'ın devamı

<b>Kuvvetli</b>	<b>Asit</b>	Kuvvetli asitler, pH'sı 7'de -n uzaklaşan, hidroklorik asit içerir. (KD)	hidroklorik asit kuvvetli aside örnektir. (D)		
	<b>Baz</b>	Kuvvetli asitler, pH'ı 7'den uzaklaşan, ağartıcı içerir. (Y)	Ağartıcı kuvvetli bazlara örnektir. (Y)		
<b>Zayıf</b>	<b>Asit</b>	Zayıf asitler sitrik asit içerir. (KD)	Hidroklorik asit, sitrik asit zayıf asit örnekleridir(D)		
	<b>Baz</b>	Zayıf bazlar tuzlu su içerir (Y)	Tuzlu su zayıf baz örneğidir. (Y)		
<b>Örnek</b>	<b>Asit</b>	Hidroklorik asit, sitrik asit	Hidroklorik asit, sitrik asit		
	<b>Baz</b>	Ağartıcı	Ağartıcı		
<b>Tampon çözelti</b>			Tampon çözeltiler ile reaksiyonlar yavaşlatılabilir yada durdurulabilir. (Y)		
<b>İndikatörler Ve Örnekleri</b>			Asitler ve bazlar indikatörler ile belirlenebilir (D) Turnusol kağıdı gibi indikatörler. (D) Üniversal indikatör olabilir (D)		

D: doğru, KD: kısmen doğru; Y: yanlış KY: kavram yanlışlığı

Tablo 46, A3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında, yazmış olduğu ifadelerin MAS, MİS ve SES seviyelere göre ayrılmış halini ve vermiş olduğu ifadelerden ortaya çıkan kodları göstermektedir. Tablo incelendiğinde, ön kavram haritasında öğrencinin verdiği önermelerden 3 tanesinin doğru, 5 tanesinin Kısmen doğru, 2 tanesinin kavram yanılgısı, 2 tanesinin ise yanlış kategorisinde olduğu görülmektedir. Öğrencinin verdiği önermelerin içeriğine bakıldığında, ön kavram haritasında aşındırıcı, zararlı, alevlenebilir gibi asit- baz genel özelliklerinden;  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} > 7$ , 7'den uzaklık- kuvvetlilik gibi pH skalasından; asit ve bazların kuvvetlilik ve zayıflıklarından; asit-baz örneklerinden bahsedildiği gözlenmektedir. Son kavram haritasından elde edilen sonuçlar incelendiğinde, öğrencinin yapmış olduğu önermelerden 10 tanesinin doğru, 4 tanesinin kavram yanılgısı, 4 tanesinin ise yanlış kategorisinde olduğu gözlenmektedir. Son kavram haritası incelendiğinde, öğrencinin ön kavram haritasında ortaya çıkan kategorilere ek olarak, asit ve bazların genel özellikleri kategorisine, ekşi- kayganlık ve diğer alt kategorileri eklenmiştir. Ön kavram haritasındaki pH skalası kategorisinde ek olarak, konsantrasyon alt kategorisi eklenmiştir. Ayrıca, son kavram haritasındaki kategorilere, ön kavram haritasında ortaya çıkmayan tampon çözelti, indikatörler ve örnekleri kategorileri eklenmiştir.

Tablo 47. A4 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Gösterim seviyesi Kavramlar	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asit ve baz kimyası	✓	✓				
pH skalası	✓	✓				
Asitler	✓	✓				
Bazlar	✓	✓				
Kırmızı		✓				
Mavi		✓				
Ekşi		✓				
Acı		✓				
Nötr		✓				
Düşük pH		✓				
Amfoter		✓				
Tampon çözelti		✓				
Su		✓				
Yüksek pH		✓				
Hidrojen						✓
Formüller						✓

Tablo 47, A4 kodlu öğrencinin ön kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında 4 kavram kullandığı ve bu kavramların hepsinin makroskobik boyutta olduğu gözlenmektedir. Son kavram haritasında ise, 14 kavram makro boyutta, 2 kavram sembolik boyuttadır. A4 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES’de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı 4 kavramın %100’ünün MAS’da, son kavram haritasında kullandığı 14 kavramın %87,7’si MAS’da, %14,3’ü SES’de kullanıldığı gözlenmektedir.

Aşağıda kalın yazılı olan kelimeler, yukarıdaki tabloda gösterilen kavramlardır. A4 kodlu öğrencinin ön kavram haritasında yapmış olduğu önermelerin hepsinin doğru (geçerli) kategorisinde olduğu görülmektedir. Yapılan önermelerin içeriğine bakıldığında ise pH skalasından bahsedildiği göze çarpmaktadır. Son kavram haritasında ise 8 doğru önerme, 2 kısmen doğru önerme ve 3 yanlış önerme yaptığı görülmektedir. Yapılan önermeler incelendiğinde ise öğrencinin pH skalasının yanı sıra, asit ve bazların genel özelliklerinden, pH ve tampon çözümlerden bahsettiği gözlenmektedir.

Tablo 48. A5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullandığı kavramlar ve bunların MAS, MİS ve SES’deki gösterimleri

Gösterim seviyesi Kavramlar	MAS		MİS		SES	
	ÖN	SON	ÖN	SON	ÖN	SON
Asitler ve bazlar	✓	✓				
Asitler	✓	✓				
Bazlar	✓	✓				
pH	✓	✓				
<7	✓	✓				
7	✓	✓				
>7	✓	✓				
Kırmızı turnusol	✓					
Ekşi	✓	✓				
Aşındırıcı	✓	✓				
Kuvvetli asit			✓	✓		
Zayıf asit			✓	✓		
Tamamen çözünür			✓	✓		
Kısmen çözünür			✓			
H <sup>+</sup>			✓			
Anyon	✓					
Nötr	✓	✓				
Kuvvetli baz			✓	✓		
Zayıf baz			✓	✓		
OH <sup>-</sup> iyonları			✓			

Tablo 48'in devamı

Mavi turnusol	✓					
Kayganlık	✓					
Acı	✓	✓				
Tampon çözelti		✓				
Birlikte çalışma		✓				
Protonlar				✓		
Elektronlar				✓		
pH'nın göreceli sabitliği		✓				

Tablo 48, A5 kodlu öğrencinin ön kavram haritasının makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlar göz önüne alınarak analiz edilmediğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin ön kavram haritasında 21 kavram kullandığı kullanılan kavramlardan 15 tanesinin MAS'da, 8 tanesinin MİS'de olduğu görülmektedir. Son kavram haritası incelendiğinde, öğrencinin 21 kavram kullandığı ve kullanılan kavramlardan 14 tanesinin MAS'da, 7 tanesinin MİS'de olduğu gözlenmektedir. A5 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritalarında yazmış oldukları önermelerin MAS, MİS ve SES'de incelenmesine bakıldığı zaman, öğrencinin ön ve son kavram haritasında 21 kavram kullandığı gözlenmektedir. Öğrencinin, ön kavram haritasında MAS ve MİS'deki yüzdelerinin aynı oranda olduğu anlaşılmaktadır.

Öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı önermelerden, 12 tanesinin doğru, 5 tanesinin kısmen doğru kategorisinde olduğu görülürken, son kavram haritasındaki önermelerin 12 tanesinin doğru, 3 tanesinin kısmen doğru kategorisinde olduğu gözlenmektedir. Öğrencilerin bu aşamada elde edilen bulgularını kavram haritasının 2 kısmının analizi kısmında gösterilmektedir.

Öğrencinin yaptığı önermelerin içeriğine bakıldığı zaman ön kavram haritasında, "pH" kodu ve  $pH=7$ ,  $pH<7$ ,  $pH>7$  gibi alt kodların oluştuğu; "asit bazların genel özellikleri" kodu ve "tad", "turnusol kağıdı", "kayganlık, ekşilik" gibi alt kodların oluştuğu; "kuvvetli ve zayıf asit ve bazlar" kodunun oluştuğu ve "asit ve baz örnekleri" kodunun oluştuğu anlaşılmaktadır. Öğrencinin son kavram haritasının içeriğine bakıldığında, ön kavram haritasındaki "asit ve bazların örnekleri" kodu dışındaki bütün kodların son kavram haritasında da oluştuğu, son kavram haritasında ön kavram haritasına ek olarak "tampon çözelti" ve "proton, elektron" kodlarının oluştuğu anlaşılmaktadır.

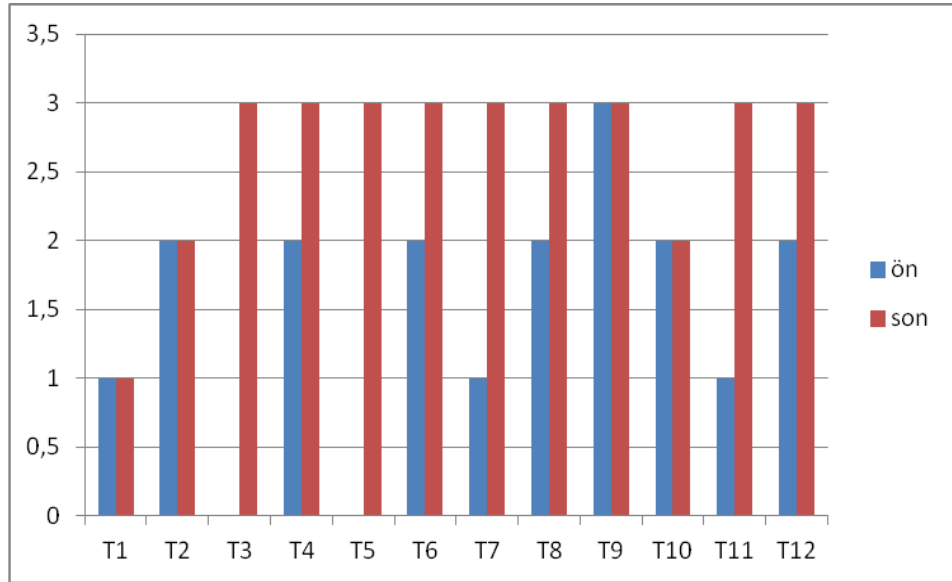
### 3.1.3. Çizimlerden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda, öğrencilerin uygulama yapmadan önce ve uygulama yaptıktan sonra yaptıkları çizimin şekilsel analizi ve yapılan mülakatlardan elde edilen verilerin içerik analizi sunulmuştur. Bu kısımda da daha önceki veri toplama araçlarında olduğu gibi öncelikler Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin bulguları sergilendikten sonra ABD’deki öğrencilerin bulguları sergilenecektir.

#### 3.1.3.1. Türkiye’deki Öğrencilerin Çizimlerinden Elde Edilen Bulgular

Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son çizimlerinden elde edilen bulgular “çizimlerin şekilsel analizinden elde edilen bulgular” ve “çizimlerin mülakatlarından elde edilen bulgular” şeklinde iki kısımda sergilenmiştir.

##### 3.1.3.1.1. Çizimlerin Şekilsel Analizinden Elde Edilen Bulgular

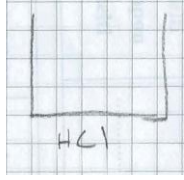
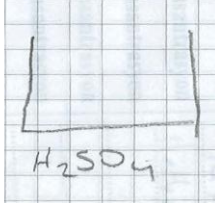

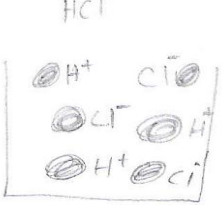

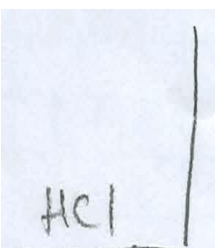
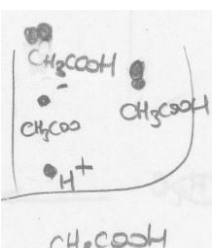
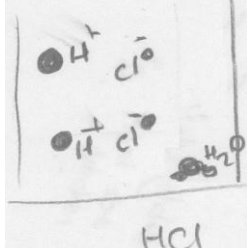
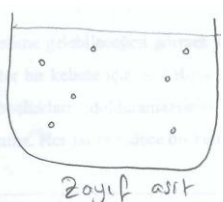
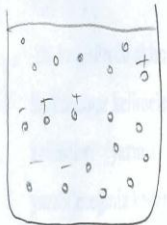
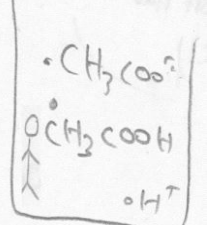
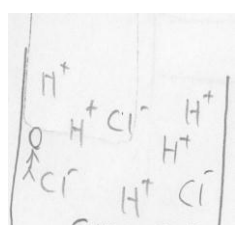


Şekil 30. Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son çizimlerinden elde edilen bulgular


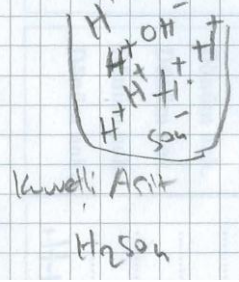
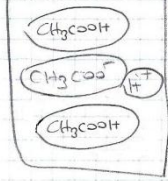
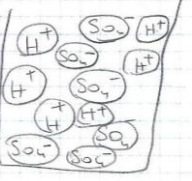
Şekil 30, öğrencilerin uygulamadan önce ve uygulama yaptıktan sonraki çizimlerinden elde edilen bulguları göstermektedir. Şekil incelendiğinde, T1 kodlu öğrencinin ön ve son çizimlerinde yanlış kategorisinde çizim yaptığı görülmektedir. T2 ve

T10 kodlu öğrencilerin ön ve son çizimlerinde kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. T3 ve T5 kodlu öğrencilerin ön çizimlerin herhangi bir çizim yapmalarına rağmen son çizimlerinde kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. T4, T6, T8 ve T12 kodlu öğrencilerin ön çizimlerinde kavram yanlışlığı kategorisinde cevap verdikleri, buna karşın son çizimlerinde kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. T7 ve T11 kodlu öğrenciler ön çiziminde yanlış kategorisinde çizim yapmalarına karşın, son çiziminde kısmen doğru kategorisinde çizim yaptıkları gözlenmektedir.

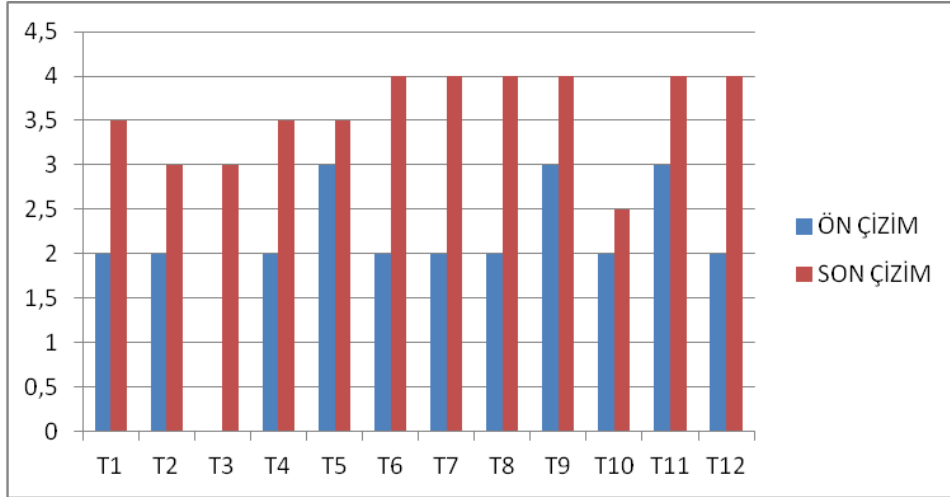
Tablo 49. Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son çizimleri

Öğrenci kodu	Ön çizim		Son çizim	
	Zayıf asit	Kuvvetli asit	Zayıf asit	Kuvvetli asit
T3	Çizim yok	Çizim yok	Kısmen Doğru	Kısmen Doğru
				
T5	Çizim yok	Çizim yok	Kısmen doğru	Kısmen doğru
				
T6	Ön çizim		Son çizim	
	Zayıf asit	Kuvvetli asit	Zayıf asit	Kuvvetli asit
	Kavram yanlışlığı	Kavram yanlışlığı	Kısmen doğru	Kısmen doğru
				

Tablo 49'un devamı

	Yanlış çizim	Yanlış çizim	Kısmen doğru	Kısmen doğru
T11				

### 3.1.3.1.2. Çizimlerle İlgili Mülâkatlarından Elde Edilen Bulgular



Şekil 31. Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son çizim mülâkatlarından elde edilen bulguların anlama seviyelerine göre dağılımı

Şekil 31, uygulamadan önce ve uygulama yaptıktan sonra, öğrencilerin çizimleriyle ilgili sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen bulguları göstermektedir. Şekil incelendiğinde, T1 ve T4 kodlu öğrencilerin ön çizimlerinde kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verirken, son çizimlerinde doğru ve kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. T2 kodlu öğrencinin ön çizimleri esnasında kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar vermesine karşın, son çiziminde doğru ve kavram yanlışlığı kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. T3 kodlu öğrencinin ön çizimlerinde açıklama yok kategorisinde cevaplar verirken, son çizimlerinde kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. T5 kodlu öğrencinin ön çizimlerinde kısmen doğru kategorisinde



cevaplar verirken, son çizimlerinde doğru ve kavram yanılması kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. T6, T7, T8 ve T12 kodlu öğrencilerin ön çizimlerinde, kavram yanılması kategorisinde cevap verirken, son çizimlerinde doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. T9 kodlu öğrenci, ön çiziminde kısmen doğru kategorisinde cevap verirken, son çiziminde doğru kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. T10 kodlu öğrencinin ön çizimlerinde kavram yanılması kategorisinde cevap verirken, son çiziminde kısmen doğru ve kavram yanılması kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. T11 kodlu öğrencinin ise ön çizimlerinde kısmen doğru kategorisinde cevaplar verirken son çizimlerinde doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Öğrencilerin çizim mülakat soruları Ek 11’de yer almaktadır.

### 3.1.3.1.2.1. Ön Çizimlerden Elde Edilen Mülakat Bulguları

Aşağıdaki tablo, öğrencilerin kuvvetli bir asit ile zayıf bir asit arasında herhangi bir farklılık var mı? Sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen bulgulardır.

Tablo 50. Türkiye’deki öğrencilerin ön mülakatlarında kuvvetli ve zayıf asitler için ortaya çıkan kodlar ve kodların anlama seviyelerine göre dağılımı

	Kuvvetli asit	Zayıf asit
Çözünme	Çok çabuk çözünür (T11, <b>KD</b> ). Suda iyi çözünür (T7). Suda daha çok çözünür (T2).	Çözünmez öyle (T11). Tam çözünmez. Daha az çözünür (T7). Daha az çözünme olur suyun içinde (T2).
pH	pH olarak var (T6). pH’sı düşük. 7’de uzaklaştı mı kuvvetlilik artıyor. (T4) pH’sı daha düşüktür (T5, T8). Kuvvetli asitte pH 1’e yakın olur (T1, <b>KY</b> )	Nötre daha yakın (T6, T8, <b>KY</b> ). 7’ye yaklaştı mı zayıflık artıyor (T4, <b>KY</b> ). pH’ı büyüktür diğerine göre (T5, <b>KY</b> ). pH’sı 6 falandır (T8, <b>KY</b> ) pH 7’ye yakın olunca daha bir zayıf oluyor (T1, <b>KY</b> )
Değişim	Değişimi daha çok olur (T4, <b>KY</b> ). Hidrojen değişimi daha fazladır (T5, <b>KY</b> ).	Değişimi daha az olur. Yoğunluğu daha az (T2, <b>KY</b> ). Değişimi daha seyrek. (T4, <b>KY</b> ). Değişimi küçüktür (T5, <b>KY</b> )
Etki	Asitlerin özelliklerini tam gösteriyor. (T6, ) Etkileri daha fazladır. Daha çok yakar (T10, <b>KY</b> ).	Etkisi daha az oluyor (T6, <b>KY</b> ). Daha az yakar (T10, <b>KY</b> )
Aktiflik	Tepkime sırasında daha çok aktiflik gösterir (T2, <b>KY</b> ). Daha çok tepkime verirler (T12, <b>KY</b> )	Daha az tepkime verirler (T12, <b>KY</b> ).

Tablo 50'nin devamı

İyonlaşma	Tam iyonlaşıyor (T9, <b>KD</b> ).	Ayrılmaz iyonlarına hemen (T11). Denge halinde, tam iyonlaşmıyor (T9, <b>KD</b> ). Daha az iyonlaşıyor (T7, <b>KD</b> ).
Açıklama yok	İllâki var ama nedenini bilmiyorum. (T3)	

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: Boş

Tablo 50 incelendiğinde, öğrencilerin ön mülâkatlarında verdikleri cevaplardan, “çözünme”, “pH”, “derişim”, “etki”, “aktiflik”, “iyonlaşma” ve “açıklama yok” gibi kategorilerin oluştuğu gözlenmektedir. Tabloların içindeki ifadeler aynı zamanda doğru, kısmen doğru, kavram yanılgısı, yanlış ve açıklama yok gibi kategorilere ayrılmıştır.

Moleküler boyutta nasıl olmasını beklersiniz sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular.

Tablo 51. Türkiye'deki öğrencilerin ön çizim mülâkatlarında kuvvetli ve zayıf asidin moleküler boyutta nasıl olmasını beklersiniz sorusundan ortaya çıkan kodlar

	Kuvvetli asit	Zayıf asit
H <sup>+</sup> iyonları	H <sup>+</sup> iyonu beklerim çok fazla (T11). H <sup>+</sup> iyonlarının daha fazla olmasını beklerim (T12). Her tarafta H <sup>+</sup> iyonları var (T8). H <sup>+</sup> iyonu var. (T9) Daha çok H <sup>+</sup> var (T7)	H <sup>+</sup> iyonu fazla görürüm ama kuvvetli asitteki kadar değil (T11). Daha az H <sup>+</sup> iyonu beklerim (T12). Daha az bir H <sup>+</sup> derişimi vardır (T8) Denge halinde olduğu için her üçünden de vardır (H <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> ve CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> ). (T9)
Diğer iyonlar	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> görürüm. Çok az da OH <sup>-</sup> görürüm (T11). Cl <sup>-</sup> iyonu var (T9). Cl <sup>-</sup> de olması lâzım (T7).	OH <sup>-</sup> da görürüm ama zayıf asit olduğu için H iyonu daha fazladır (T11). Denge halinde olduğu için her üçünden de vardır (H <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> ve CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> ). (T9)
Bağlar	Moleküllerinin birbirinden kopması zor olur (T10). Bağları daha güçlü olan (T12)	Aralarında kovalent bağ falan oluyor ya. Bunlar arasındaki bağların kuvvetli olmaması (T12).
Görünüş, büyüklük	Kalabalık olmasını beklerim (T6). Moleküllerinin sıkı sıkı olmasını beklerim (T10) Sık olabilir moleküller birbirine (T4).	Dağınık dağınık olmasını beklerim (T10) Molekülleri daha seyrek olabilir (T4) Daha seyreltik olur (T7)
Çekim kuvveti	Birbirlerini daha çok çekerler. Çekim kuvveti fazladır. (T10)	Aralarında pek fazla bir çekim kuvveti yok (T10).

Tablo 51'in devamı

Molekül boyutu	Molekülleri daha küçük haldedir ve sık olurlar (T2, <b>KY</b> ). Aynıdır fark olduğunu düşünmüyorum. Molekül boyutunun değiştiğini düşünmüyorum (T1, <b>Y</b> )	Molekül boyutları aynı olabilir ama daha seyrek.(T2, <b>KY</b> ) Aynıdır fark olduğunu düşünmüyorum (T1, <b>Y</b> )
İyonlaşma	Biraz daha iyon şeklinde olmasını, baya bir iyonlaşmış beklerim. (+) lar, (-)'ler. (T6).	İyonlarına ayrışmaz. Grup halinde dolaşırlar. (T6)
Çizim yok	Bilsem otomatik olarak çizerim ama (T3) Hayal edemiyorum (T5).	Bilsem otomatik olarak çizerim ama (T3) Hayal edemiyorum (T5).

Tablo 51'de, "H<sup>+</sup> iyonları", "Diğer iyonlar", "Bağlar", "Görünüş, büyüklük", "Çekim kuvveti", "Molekül boyutu", "iyonlaşma" ve "çizim yok" gibi kategorilerin oluştuğu görülmektedir.

### 3.1.3.1.2.2. Son Çizimlerin Mülâkatından Elde Edilen Bulgular

Tablo 52. Türkiye'deki öğrencilerin son çizim mülâkatlarından zayıf ve kuvvetli asit ile ilgili ortaya çıkan kodları

	Kuvvetli asit	Zayıf asit
İyonlaşma	Kuvvetli asitler % 100 iyonlaşırlar (T12). %100 iyonlaşır. (T9). İyonlarına %100 ayrıştır. (T6) Tamamı çözünür. %100 çözünür (T8, T3) Çok fazla iyonlaşır (T7). Tamamen iyonlaşacak. (T4) Hepsi iyonlaşmış. %100 iyonlaşmış. (T5) %100'e yakın iyonlaşıyor. (T1)	Zayıf asitler çok az iyonlaşırlar. (T12) Tam iyonlaşmıyor. (T9). Her 3 maddeden de var kabın içinde (CH <sub>3</sub> COOH, H <sup>+</sup> , CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> ) Tamamen çözünmez (T8) Daha az iyonlaşır (T7) Tamamı iyonlaşmaz. (T4, T1) Hepsi iyonlaşmamış. Moleküler halde de var. (T5)

Tablo 52'nin devamı

Kuvvetlilik-derişim	Eşittir	<p>0,1M HCl ile 2M HCl'nin kuvvetlilikleri aynı olur. Derişimleri etkilemiyor kuvvetliliği.(T12)</p> <p>0,1M HCl'nin kuvvetliliği 2M HCl'nin kuvvetliliğine eşittir. (T9)</p> <p>0,1M HCl ve 2M HCl aynı madde olduklarına göre miktarları fark etmez. (T7)</p> <p>HCl kuvvetli bir asittir. Tamamen iyonlaşır. 2M HCl ve 0,1M miktarları doğrultusunda tamamen iyonlaşır.(T4)</p> <p>0,1M HCl= 2M HCl. HCl kuvvetli asittir. Bu iki maddenin kuvvetlilikleri birbirine eşittir. (T5, T6)</p> <p>Kuvvetliliğin derişimle ilgisi yoktur. İyonlaşmayla alakası vardır. HCl kuvvetli bir asittir. Kuvvetliliği CH<sub>3</sub>COOHtan büyüktür. 0,1M HCl'nin kuvvetliliği 2M HCl'nin kuvvetliliğine eşittir (T11).</p> <p>0,1M HCl = 2M HCl kuvvetlilikleri birbirine eşittir. Molarları fark etmez. Sonuçta aynı maddedir. (T1)</p> <p>Derişimi ne olursa olsun, ikisinin kuvvetliliği eşittir. (T2)</p>	<p>0,1 M CH<sub>3</sub>COOH ile 2M CH<sub>3</sub>COOH'nin kuvvetlilikleri aynı olur. Derişimleri etkilemiyordu kuvvetliliği. (T12)</p> <p>2M CH<sub>3</sub>COOH in kuvvetliliği 0,1M CH<sub>3</sub>COOHin kuvvetliliğine eşittir.</p> <p>0,1 M CH<sub>3</sub>COOH ile 2M CH<sub>3</sub>COOH zayıf asittir. Çok az miktarda iyonlaşır. (T4)</p> <p>2M CH<sub>3</sub>COOH = 0,1M CH<sub>3</sub>COOH zayıf asitlerdir. O yüzden kuvvetlilikleri birbirine eşittir. Kuvvetlilik suda iyonlaşmayla alakalıdır. Zayıf asitlerde suda az iyonlaşırlar. (T5, T6)</p> <p>2M CH<sub>3</sub>COOH = 0,1M CH<sub>3</sub>COOH. Kuvvetlilikleri birbirine eşittir. (T1)</p>
	Büyüktür	<p>0,1M HCl, 2M HCl'den daha kuvvetlidir. Molariteyle ters orantılı (T10)</p>	<p>0,1M CH<sub>3</sub>COOH, 2M CH<sub>3</sub>COOH den daha kuvvetlidir.(T10)</p>
pH	<p>pH=1 olan çözelti asidik bir çözeltidir. Mesela HCl ise H<sup>+</sup>, diğeri Cl<sup>-</sup> olur. (T10)</p> <p>pH=1 de yoğun miktarda H<sup>+</sup> görürüm. Kuvvetli bir asit olur her zaman olmasa da. (T8)</p> <p>pH kuvvetlilikle alakalı değildir. (T4)</p> <p>pH derişime bağlıdır. (T5, T11) pH=1 olan çözeltiler kuvvetli asitlere ait olmayabilir. (T5)</p>	<p>Zayıf asitlerin pH 6 gibi falan (T9)</p>	
Zararları	<p>Yanarım valla. (T10).</p> <p>Asit beni eritir. (T4)</p> <p>Yandım gitti. (T5)</p> <p>Ölürüm ben. (T1)</p>		

Tablo 52, öğrencilerin son mülakatlarından elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde, “iyonlaşma”, “kuvvetlilik-derişim”, “pH” ve “zararlar” kategorilerinin oluştuğu gözlenmektedir.

Tablo 53. Türkiye’deki öğrencilerin kuvvetli ve zayıf asitlerin moleküler boyutta nasıl olmasını beklerisiniz sorusuna verdikleri cevaplardan ortaya çıkan kodlar

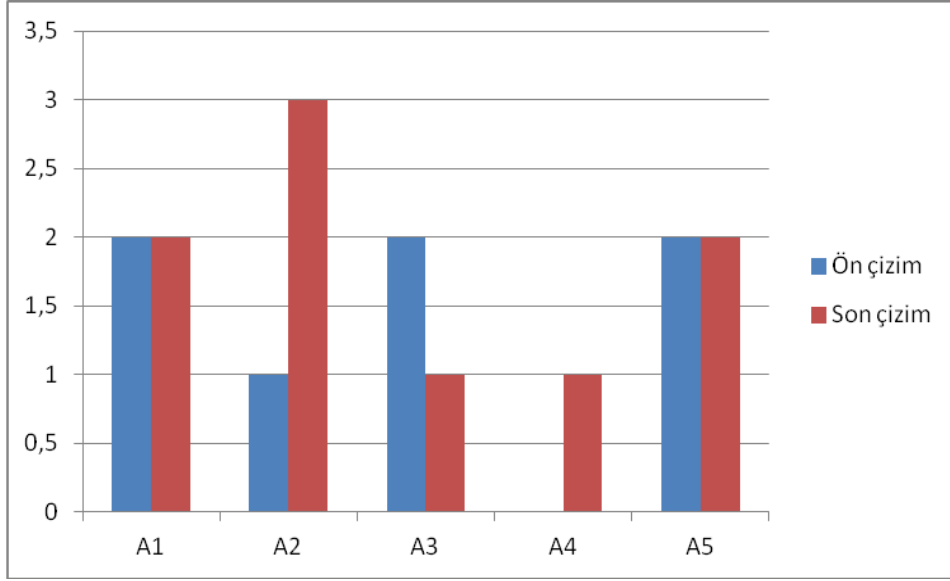
	Kuvvetli asit	Zayıf asit
H <sup>+</sup> iyonları	Asitler sulu çözeltilerinde H <sup>+</sup> iyonu verirler (T12) Ortamda H <sup>+</sup> iyonları var (T9). Yoğun H <sup>+</sup> molekülleri görürüm (T8).	H <sup>+</sup> iyonu vardır. (T9).
Diğer iyonlar	Mesela HCl desem... Diğeri de Cl <sup>-</sup> iyonu olur. (T12) Cl <sup>-</sup> iyonları var (T9) SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> iyonları (T11)	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> iyonları vardır. (T4, T5, T6, T8, T9, T11 ). I <sup>-</sup> (T7), F <sup>-</sup> (T3, T12)
Moleküler hal	-	CH <sub>3</sub> COOH (T4, T5, T6, T8, T9, T11 ). HF, HI
Görünüş, büyüklük	Boşluk olmadığını görürüm.(T10)	Daha seyrek. (T2)
Molekül boyutu	Molekülleri daha sıkı daha kuvvetlidir. (T10)	Boşluklu boşluklu moleküller(T10)
Çekim kuvveti	Daha çok birbirlerini çekiyorlar (T10)	Çekim kuvveti çok olmayan moleküller (T10)

Tablo 53, öğrencilerin son mülakatlarından elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde, “H<sup>+</sup> iyonları”, “Diğer iyonlar”, “Moleküler hal”, “Görünüş, büyüklük” ve “Çekim kuvveti” gibi kodların oluştuğu gözlenmektedir.

### 3.1.3.2. ABD’deki Öğrencilerin Çizimlerinden Elde Edilen Bulgular

ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son çizimlerinden elde edilen bulgular “çizimlerin şekilsel analizinden elde edilen bulgular” ve “çizimlerin mülakatlarından elde edilen bulgular” şeklinde iki kısımda sergilenmiştir.

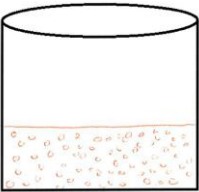
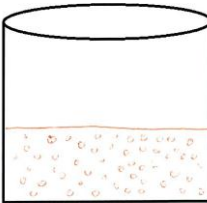
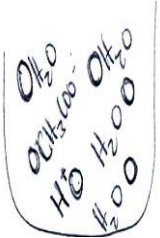
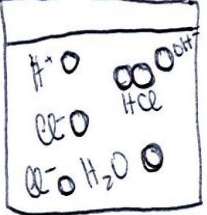
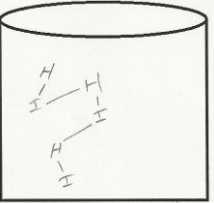
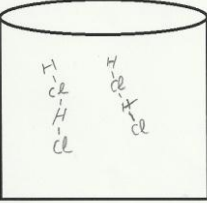


### 3.1.3.2.1. Çizimlerin Şekilsel Analizinden Elde Edilen Bulgular



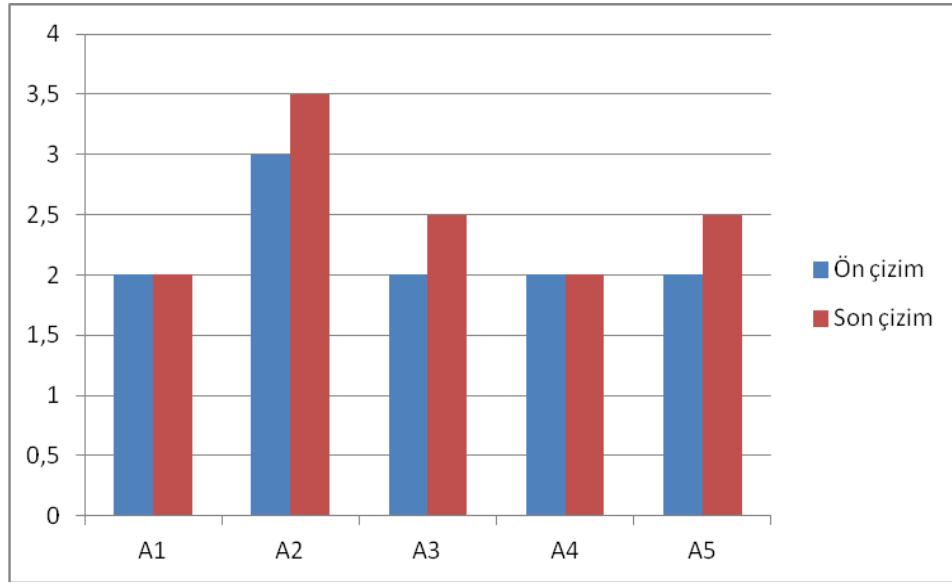
Şekil 32. ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son çizimlerinin şekil olarak analiz edilmesinden elde edilen bulgular

Şekil 32, öğrencilerin uygulamadan önce ve uygulama yaptıktan sonraki çizimlerinin analizinden elde edilen sonuçları göstermektedir. Şekil incelendiğinde, A1 ve A5 kodlu öğrencilerin ön ve son çizimlerinde kavram yanlılığı kategorisinde çizimler yaptığı görülmektedir. A2 kodlu öğrencinin uygulamadan önce yanlış kategorisinde çizim yaptığı görülürken, uygulamadan sonra kısmen doğru kategorisinde çizim yaptığı görülmektedir. A3 kodlu öğrencinin uygulamadan önce kavram yanlılığı kategorisinde çizim yaparken, uygulamadan sonra yanlış kategorisinde çizim yaptığı görülmektedir. A4 kodlu öğrencinin uygulamadan önce herhangi bir çizim yapmamasına rağmen, uygulamadan sonra yanlış kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir.

Tablo 54. ABD'deki öğrencilerin ön ve son çizimlerinin hangi anlama seviyelerinde (kategorilerinde) yer aldığının örneklerle beraber gösterilmesi

Öğrenci kodu	Ön çizim		Son çizim	
	Zayıf asit	Kuvvetli asit	Zayıf asit	Kuvvetli asit
A2	Yanlış çizim	Yanlış çizim	Kısmen doğru	Kısmen doğru
				
A3	Kavram yanlışlı	Kavram yanlışlı	Yanlış	Yanlış
				

### 3.1.3.2.2. Çizimlerin Mülakatlarından Elde Edilen Bulgular



Şekil 33. ABD'deki öğrencilerin ön ve son mülakatlarındaki anlama seviyelerinin gösterimi

Şekil 33, uygulamadan önce ve uygulama yaptıktan sonra, öğrencilerin çizimleriyle ilgili sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen bulguları göstermektedir. Şekil incelendiğinde, A1 ve A4 kodlu öğrencilerin ön ve son çizimi esnasında kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. A2 kodlu öğrencinin ön çiziminde kısmen doğru kategorisinde cevap verirken, son çiziminde doğru ve kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. A3 ve A5 kodlu öğrencilerin ön çizimlerinde kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verirken, son çizimlerinde kısmen doğru ve kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir.

Tablo 55. ABD'deki öğrencilerin ön çizim mülakatlarından elde edilen kodlar

	Kuvvetli asit	Zayıf asit
Bağlar	Daha sıkı bağlanmış gibi (A1). Birbirlerine daha yakın. (A5) Daha kuvvetli daha yakın (A3)	Ayrırdılar, kuvvetliler gibi değiller
İyonlar	H <sup>+</sup> ve Cl <sup>-</sup> gibi tamamen iyonlaşırlar (A2) Kuvvetli olanlarında ya H <sup>+</sup> ya da OH <sup>-</sup> iyonları fazladır. (T5)	Bazıları iyonlaşır. (A2)



Tablo 55'in devamı

Mol konsantrasyon	Kuvvetli ve zayıf asitler aynı sayıda moleküle sahiptir. Mol sayılarına bağlı olacağını sanmıyorum. (A2) Konsantrasyonları farklıdır. Sadece sayılarda. Konsantrasyonlarında büyüktürler (A5)	Konsantrasyonlarında sayıları küçüktür. (T5)
pH	HCl pH=1 ya da pH=3 gibi farklı pH değerlerine sahip olamaz. pH'sı aynıdır. Eğer içerisine farklı bir şey atarsanız, o zaman pH'sı değişebilir, çünkü başka madde ile birleşir (A1). HCl pH=1 ya da pH=4 olabilir eğer başka bir madde ile karıştırılırsa. Belki bir baz onun pH'sını artırabilir. (A5)	Zayıf olanlar nötre doğru ilerlerler (A1)
Etki	İçerisine bir şey girerse, büyük bir durumda etkilenir(A5)	
Reaksiyon	bir şeyin içerisine konulduğunda, kuvvetli bir şekilde reaksiyona girerler (A1)	
Aktiflik	Aktivite serisinde daha yüksek sıradadırlar (A4).	

Tablo 55 incelendiğinde, “bağlar”, “iyonlar”, “mol, konsantrasyon“, “pH”, “etki” , “aktiflik”, ve “reaksiyon” kodlarının olduğu gözlenmektedir.

Tablo 56 öğrencilerin moleküler boyutta zayıf asit ve bazların nasıl olmasını beklersiniz? sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilmiştir.

Tablo 56. ABD'deki öğrencilerin ön çizimlerinde moleküler boyutta nasıl olmasını beklersiniz sorusuna verdikleri cevaplar

	Kuvvetli asit	Zayıf asit
Moleküler hal, boyut	Birbirlerine daha çok ve sıkı bağlanırlar (A1). Daha yakın olurlar. (A5) Birbirlerine daha çok yakındırlar. (A3)	Bütün atomların bir arada toplanması gibi değildirler(A4). Dağınıktırlar. Birbirlerine yakın değildirler. (A5) Ayrıdırlar (A3)
Görünüş, büyüklük	Her tarafta dev baloncuklar vardır (A4). Birbirlerine yapıştırlar. (A1)	Bu yakın fakat her biri dağınık olurdu (A1) Bu, aralıklı olurdu. (A5)

Tablo 56'nın devamı

Çekim kuvveti		Kuvvetli etkileşimleri ya da herhangi bir şeyleri yoktur (A4).
Çizim yok	Bildiğim şeyleri hafızamdan çekebilirim, fakat bu kavramların neye benzediğini kafamda canlandıramıyorum. (A4)	

Tablo 56 incelendiğinde, “moleküler boyut, hal”, “görünüş, büyüklük”, “çekim kuvveti” ve “çizim yok” kodlarının oluştuğu gözlenmektedir.

Tablo 57. ABD'deki öğrencilerin son çizim mülakatlarında ortaya çıkan kodlar

		Kuvvetli asit	Zayıf asit
İyon		İçinde H <sup>+</sup> iyonları olurdu. Diğer yapıdaki iyon ile birlikte. Çözeltinin içinde ne olduğuna göre değişir. Eğer HCl çözeltisi ise, H <sup>+</sup> ve Cl <sup>-</sup> olurdu(A5) Eğer HCl ise, muhtemelen Cl <sup>-</sup> ve H <sup>+</sup> . İyonlarını gördünüz (A3) Ben, H <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> iyonlarını gördüm. H <sub>2</sub> O olurdu. H <sup>+</sup> atomu Cl <sup>-</sup> atomu ile birleşirdi. (A4) Otomatik olarak H <sup>+</sup> iyonunu gördüm (A1)	
Kuvvetlilik-derişim	Eşittir	1M HCl, 1M CH <sub>3</sub> COOH > ,2M HCl, ,2M CH <sub>3</sub> COOH. Onların molariteleri aynıdır, bu nedenle, 1M HCl ve 1M CH <sub>3</sub> COOH, 0,1M HCl ve 0,2M CH <sub>3</sub> COOH'den daha büyüktür. Çünkü onlar, kuvvetlilik yönünden aynıdır (A5). 0,2M HCl ve 1M HCl'nin kuvvetlilikleri aynıdır. Çünkü, onlar aynı asittir. 1M HCl'nin molaritesi yüksektir. 0,2M HCl'nin daha az H <sup>+</sup> , ve Cl <sup>-</sup> 'si vardır, fakat 1M HCl'nin daha çok H <sup>+</sup> ve Cl <sup>-</sup> 'si vardır (A2) 1M HCl, 0,1M HCl'den daha kuvvetlidir. Büyük konsantrasyona sahip olduğunuz zaman, ondan çok fazla vardır. Onların hepsi bir arada gibidir. (A1)	1M HCl, 1M CH <sub>3</sub> COOH > ,2 M HCl, ,2M CH <sub>3</sub> COOH. Onların kuvvetlilikleri aynıdır (A5) CH <sub>3</sub> COOH zayıf asittir. 0,2M CH <sub>3</sub> COOH ve 1M CH <sub>3</sub> COOH aynı kuvvetliliğe sahiptir. 0,2M CH <sub>3</sub> COOH daha çok suya, daha az iyona sahip gibidir. (A2) 1M CH <sub>3</sub> COOH, 0,1M CH <sub>3</sub> COOH'den daha kuvvetlidir. Daha küçük konsantrasyonlar, birbirlerinden daha uzakta duracaklardır. (A1)
	Büyüktür	0,2M HCl, 1M HCl'den daha kuvvetlidir. (A3) 1M HCl, 0,2M HCl'den daha kuvvetlidir. (A4)	0,2M CH <sub>3</sub> COOH, 1M CH <sub>3</sub> COOH'den daha kuvvetlidir. (A3)
pH		Kuvvetli asitler 7'den uzaktadır. (A3)	

Tablo 57'nin devamı

Moleküllerin görünüşü	Onlar bir çeşit, özgürce yüzüyorlar(A4).	
Zararları	Asit vücudumu aşındırır. Parmağıma alsaydım, onu yakardı ve sanki hücrelerimi öldürüyor gibi hissederdim.(A2)	
Saldırı	Eğer içinde olsaydım, iyonlar bana saldırırlarmış gibi hissederdim. (A2) H <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> 'e saldırır. Belki, HCl bağlanır. (A3)	
Çekim	Bence, iyonlar geçici olarak birbirlerini çekecekler. Ayrılacaklar ve tekrardan birleşecekler. Kollodin gibi iyonlar. Sadece sanki bir saniye gibi birlikteler sonra tekrar ayrılır. (A2)	

Tablo 57 incelendiğinde, “iyon”, “derişim-kuvvetlilik”, “pH”, “moleküllerin görünüşü”, “zararları”, “saldırı” ve “çekim” gibi kodların oluştuğu gözlenmektedir.

### 3.2. Araştırmanın İkinci Alt Probleminden Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi “hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri öğrencilerin asit- baz kavramlarının gelişim sürecine nasıl bir katkı sağlamıştır?” şeklinde olup, bu bölümde TGA etkinliklerinden elde edilen dokümanlar Tahmin-Tahmin sebebi-Gözlem ve Açıklama aşamalarında anlama seviyelerinin analizinden elde edilen bulgular sergilenmiştir. Bu kısımda her iki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren (T6, A2) ve gerçekleştiremeyen (T3, A3) öğrencilerin bulguları detaylı bir şekilde yer verilecektir. Örnekleme yer alan diğer öğrencilerin TGA etkinliklerinden elde edilen bulgular ise Ek 12’de verilmiştir.

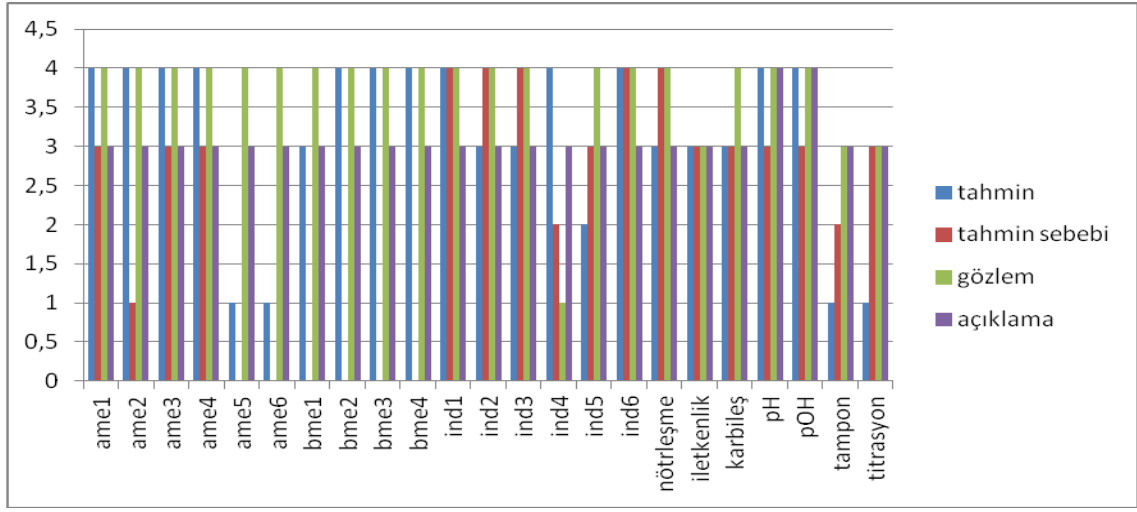
### 3.2.1. Türkiye'deki Öğrencilerin TGA Etkinliklerinin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda Türkiye'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin TGA etkinliklerinde Tahmin- tahmin sebebi-Gözlem ve açıklama basamaklarında hangi anlama düzeyinde oldukları grafiklerle gösterilmiştir. Sonra da T3, T5, T6 ve T11 kodlu öğrencilerin bulguları detaylı bir şekilde sunulmuştur.

TGA'daki etkinliklerin MAS, MİS ve SES'deki dağılımı;

TGA etkinlikleri incelendiği zaman, etkinliklerin gözlem basamaklarında MAS, MİS ve SES'deki gelişen olaylar incelendiğinde, 3 etkinliğin (Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis) MAS, MİS ve SES'de olduğu; 5 etkinliğin (AME, BME, Nötrleşme, pH, titrasyon) MAS-SES'de olduğu; 4 etkinliğin (indikatörler, iletkenlik, AKBE, tampon çözelti) MAS'da olduğu; 2 etkinliğin (hidroliz, kuvvetlilik ve konsantrasyon) MİS-SES'de olduğu görülmektedir. Buna göre, toplamda 14 etkinliğin %21,4'ü MAS-MİS-SES'de, %35,7'si MAS-SES'de, %28,6'sı MAS'da ve %14,3'ü MİS-SES'de olduğu görülmektedir. İstatistikler başka bir açıdan incelendiğinde, içinde MAS bulunan etkinliklerin toplam etkinliklerin (%21,4 + %35,7 + %28,6) %85,7'sinde, içinde MİS bulunan etkinliklerin toplam etkinliklerin (%21,4+%14,3) %35,7'sini, içinde SES bulunan etkinliklerin toplam etkinliklerin (%21,4 + %35,7 + %14,3) %71,4'ünü oluşturduğu gözlenmektedir.

### 3.2.1.1. T3 Kodlu Öğrencinin TGA Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 34. T3 kodlu öğrencinin bazı etkinlikleri için Tahmin- Tahmin sebebi-Gözlem ve Açıklama basamaklarındaki anlama seviyelerinin gösterilmesi

Şekil 34 asitlerin ve bazların metallere etkisi, indikatörler, nötrleşme, iletkenlik, asitlerin karbonatlı bileşiklere etkisi, pH ve pOH, tampon çözeltisi ve titrasyon etkinliklerinden elde edilen bulguları göstermektedir. Şekil incelendiğinde, asitlerin metallere etkisi etkinliğinde, 1., 3., ve 4. Deneyleerde, tahmin ve gözlem basamaklarında doğru kategorisinde, tahmin sebebi ve açıklama basamaklarında kısmen doğru sebep kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. 2. Deneyleerde, tahmin ve gözlem basamaklarında doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında yanlış kategorisinde, açıklama basamağında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. 5. Ve 6. Deneyleerde, tahmin basamağında yanlış kategorisinde, tahmin sebebi basamağında sebep yok kategorisinde, gözlem basamağında doğru kategorisinde ve açıklama basamağında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Bazların metallere etkisi etkinliğinde 1. Deneyleerde öğrencinin tahmin ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında sebep yok kategorisinde ve gözlem basamağında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Bazların metallere etkisi ile ilgili olan 2., 3., ve 4. deneyleerde tahmin ve gözlem basamaklarında doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında sebep yok kategorisinde, açıklama basamağında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verildiği gözlenmektedir. İndikatör etkinliği ile ilgili olan deneyleerde 1. ve 6. deneyleerde tahmin, tahmin sebebi ve gözlem basamaklarında

doğru kategorisinde, açıklama basamağında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. 2. ve 3. Deneylerde, tahmin ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi ve gözlem basamaklarında, doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. İndikatörlerle ilgili olan 4. deneyde, tahmin basamağında doğru, tahmin sebebi basamağında kavram yanılığı, gözlem basamağında yanlış, açıklama basamağında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmiştir. 5. deneyde ise tahmin basamağında kavram yanılığı kategorisinde, tahmin sebebi ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, gözlem basamağında ise doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Nötrleşme etkinliğinde, tahmin ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi ve gözlem basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. İletkenlik etkinliğinde, tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. pH ve pOH ile ilgili etkinliklerde, tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Tampon çözelti etkinliğinde, tahmin basamağında yanlış kategorisinde, tahmin sebebi basamağında kavram yanılığı kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Titrasyon ile ilgili etkinlikte, tahmin basamağında yanlış kategorisinde, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir.

### 3.2.1.1.1. T3 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Metallere Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 58. T3 kodlu öğrencinin asitlerin metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	M I S	S E S	MAS	M I S	SES	MAS	M I S	S E S	MAS	M I S	SES
1 Zn + HCl	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>					
	Tepkime gerçekleşir		Çıkan gaz H <sub>2</sub> gazı olur			ZnCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> olarak gerçekleşir diye düşünüyorum.	Tepkime gerçekleşmiştir		H <sub>2</sub> ortaya çıkmıştır			
2 Zn + HNO <sub>3</sub>	<b>D</b>			<b>Y</b>			<b>D</b>					
	Tepkime gerçekleşir		H <sub>2</sub> gazı çıkmaz			İndirgenme özelliği olması H <sub>2</sub> den küçük.	Tepkime gerçekleşmiştir		H <sub>2</sub> gazı çıkmamıştır.			
3 Al + HCl	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>					
	Tepkime gerçekleşir		Çıkan gaz H <sub>2</sub> gazıdır.			AlCl <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> olarak gerçekleşir	Tepkime gerçekleşmiştir		H <sub>2</sub> ortaya çıkmıştır			
4 Al + HNO <sub>3</sub>	<b>D</b>			<b>Y</b>			<b>D</b>					
	Tepkime gerçekleşir		H <sub>2</sub> gazı çıkmaz			İndirgenme özelliği olması H <sub>2</sub> den küçük.	Tepkime gerçekleşmiştir		H <sub>2</sub> gazı çıkmamıştır.			
5 Cu + HCl	<b>Y</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>					
	Tepkime gerçekleşir		Gaz çıkışı olmaz			Cu, HCl ile tepkime vermez diye biliyorum.	Tepkime gerçekleşmemiştir		gaz çıkışı olmamıştır			
6 Cu + HNO <sub>3</sub>	<b>Y</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>		
	Tepkime gerçekleşmez		Gaz çıkışı olmaz			Cu, HNO <sub>3</sub> ile girmiyor diye biliyorum.	Tepkime gerçekleşmiştir		H <sub>2</sub> gazı çıkmamıştır.			Cu'nun tepkimeyeceğini sanmıştım. Ama HNO <sub>3</sub> 'le gerçekleşiyormuş.

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: boş

### 3.2.1.1.2. T3 Kodlu Öğrencinin Bazların Metaller Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 59. T3 kodlu öğrencinin bazların metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1 Zn + NaOH	<b>KD</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>		
	Gerçekleşir	Çıkmaz		Bilmiyorum			Gerçekleşir	Çıkar		H <sub>2</sub> gazının çıkmadığı konusunda hata yaptım. Kuvvetlilik sırasını bilmediğim için doğru tahmin edemedim		
2 Zn + NH <sub>3</sub>	<b>Y</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>		
	Gerçekleşir	Çıkar		Bilmiyorum			Gerçekleşmez	Çıkmaz		Zn HN3 ile tepkimeye girmiyormuş bunu öğrendim.		
3 Cu + NaOH	<b>D</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>		
	Gerçekleşmez	Çıkmaz		Bilmiyorum			Gerçekleşmez	Çıkmaz		H <sub>2</sub> gazının çıkmadığı konusunda hata yaptım. Kuvvetlilik sırasını bilmediğim için doğru tahmin edemedim		
4 Cu + NH <sub>3</sub>	<b>D</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>		
	Gerçekleşmez	Çıkmaz		Bilmiyorum			Gerçekleşmez	Çıkmaz		H <sub>2</sub> gazının çıkmadığı konusunda hata yaptım. Kuvvetlilik sırasını bilmediğim için doğru tahmin edemedim		

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: boş



### 3.2.1.1.3. T3 Kodlu Öğrencinin İndikatörler Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 60. T3 kodlu öğrencinin indikatörler etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1 Limon Suyu	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>					
	K	A		Ekşiliğinden			Kırmızı	Asit				
2 Kabartma tozu	<b>KD</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>					
	Yeşil	B		Acı			Mavi	Baz				
3 Çamaşır Suyu	<b>KD</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>					
	Mavi	B		Kaygan			Yeşil	Baz				
4 Sofra tuzu	<b>D</b>			<b>KY</b>			<b>Y</b>			<b>Y</b>		
	Değişmez	N		Tuzlar genellikle nötrdür			Mavi	Baz		Sofra tuzu hariç yanılmadım. Renklerin hepsini tahmin edemedim. Çevredeki maddeleri daha dikkatli incelemek gerekiyormuş.		
5 Sabunlu Su	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>					
	Sarı	B		Kaygan			Yeşil	Baz				
6 Sirke	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>					
	K	A		Ekşi			Kırmızı	Asit				

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: boş

### 3.2.1.1.4. T3 Kodlu Öğrencinin Nötrleşme Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 61. T3 kodlu öğrencinin nötrleşme etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri:

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen Doğru			Doğru			Doğru			Kısmen doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Tepkime gerçekleşir. Çözelti önce lacivert renktedir. Sonra yeşile döner.			Çünkü çözelti ilk başta bazdır. Sonra nötrleşir. Ünlversal indikatörde bu rengi gösterir.			KOH'a indikatör eklenince lacivert olur. Sonra HCl ilave edildikçe kırmızı renk olmuştur.		HCl KOH	Fark yok. Daha önce kimya dersinde öğretilmişti.		

MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik Seviye; SES: Sembolik Seviye

### 3.2.1.1.5. T3 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Karbonatlı Bileşiklere Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 62. T3 kodlu öğrencinin asitlerin karbonatlı bileşiklere etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri:

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru					
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Tepkime olur. Gaz çıkış gerçekleşir.			Önceki deneyde k.tozunun baz olduğunu öğrendik. Limon asittir. Nötrleşme tepkimesi olur.			Tepkime gerçekleşti. Kabarcıklar oluştu. Nötrleşti			Tahmini m büyük ölçüde doğru.		

MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik seviye; SES: Sembolik seviye

### 3.2.1.1.6. T3 Kodlu Öğrencinin Elektriksel İletkenlik Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 63. T3 kodlu öğrencinin elektriksel iletkenlik etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi-gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri:

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen Doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
						Önce yandı sonra nötrleşerek söndü. Ba(OH) <sub>2</sub> tin çözünürlüğü düşük olduğu için çökme oldu. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dökülünce yandı. Ba(OH) <sub>2</sub> dökülünce yandı.			Fark yok. Eksikti. Sadece çökme olduğunu düşünemedim. Kç ile alaka kurmadım. Sadece lambanın yanıp sönmesiyle alakalı şeyler düşündüm.		

MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik seviye; SES: Sembolik seviye

### 3.2.1.1.7. T3 Kodlu Öğrencinin pH ve pOH ile İlgili Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 64. T3 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			AÇIKLAMA		
Doğru			Kısmen Doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
		10M NaOH> 1M NaOH>0,1M NaOH> 0,1M HCl>1M HCl> 10M HCl			pH ve pOH – log M ile bulunur.	fark yok. Hepsi doğru.		

MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik seviye; SES: Sembolik seviye

Tablo 65. T3 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde gözlem basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri:

GÖZLEM (pH)							
Doğru							
MAS						MİS	SES
10M HCl	1M HCl	0,1M HCl	0,1M NaOH	1M NaOH	10 M NaOH		
-1	0	1	13	14	15		

MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik seviye; SES: Sembolik seviye

Tablo 66. T3 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi-basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri pOH için

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			AÇIKLAMA		
Doğru			Kısmen doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
		10M HCl > 1 M HCl > 0,1 M HCl > 0,1 M NaOH > 1M NaOH > 10M NaOH			pH ve pOH – log M ile bulunur.	fark yok. Hepsi doğru.		

MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik seviye; SES: Sembolik seviye

Tablo 67. T3 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde gözlem basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri:

GÖZLEM (pOH)							
Doğru							
MAS						MİS	SES
10M HCl	1M HCl	0,1M HCl	0,1M NaOH	1M NaOH	10 M NaOH		
15	14	13	1	0	—1		

MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik seviye; SES: Sembolik seviye

### 3.2.1.1.8. T3 Kodlu Öğrencinin Tampon Çözelti Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

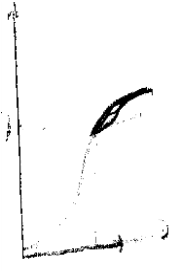
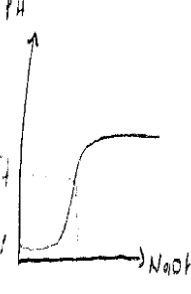
Tablo 68. T3 kodlu öğrencinin tampon çözelti etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri:

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1. kap kırmızı olur. 2. kap mavi olur. 3. kap kırmızı olur. 4. kap mavi olur.			1.kap için, asit kırmızı yapar. 2.kap için baz mavi yapar. 3. Kap için, asit kırmızı yapar. 4. Kap için baz mavi yapar.			1.kap için kırmızı, 2.kap için mavi, 3. Kap için kırmızı. 4. Kap için kırmızı.			4. kabın değişme yeceğini düşünemedim. Çünkü tampon çözeltide pH'ın değişme yeceğini unutmuşum.		

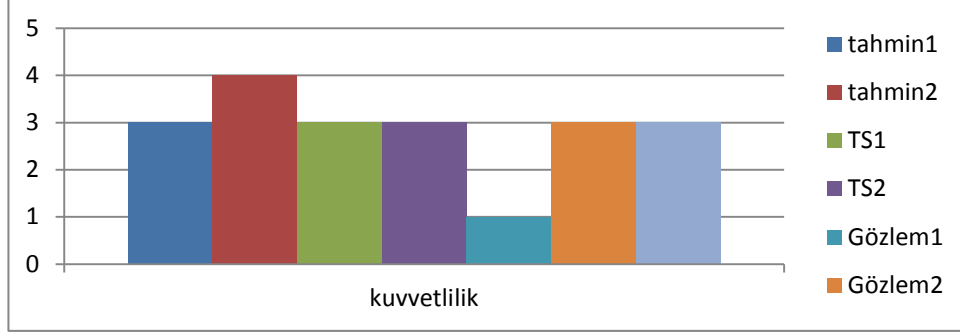
MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik seviye; SES: Sembolik seviye

### 3.2.1.1.9. T3 Kodlu Öğrencinin Titrasyon Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 69. T3 kodlu öğrencinin titrasyon etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Yanlış			Kısmen doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
			NaOH daha fazla olduğundan ortam bazikleşecektir. Fenolftaleinin rengini pembeye çevirecektir bazik olduğundan. fenolftalein ortamın asit yada baz olduğunu anlamak için kullanılır.			Tit.da ortam pembe olur.					Grafikte ben 0 dan başlattım fakat 1 den başlatılacakmış. Ben grafikteki birimlere dikkat etmedim ama etmem lazım.

### 3.2.1.1.10. T3 Kodlu Öğrencinin Kuvvetlilik ve Konsantrasyon Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 35. T3 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu etkinliğinde tahmin 1- tahmin 2- tahmin sebebi 1- tahmin sebebi 2- gözlem 1- gözlem 2 ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

Şekil, asitlerin kuvvetlilik ve konsantrasyonları ile ilgili etkinlikten elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde öğrencinin tahmin1, tahmin sebebi1, tahmin sebebi2, gözlem2 ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, tahmin2 basamağında doğru kategorisinde, gözlem1 basamağında yanlış kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir.

Tablo 70. T3 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem1- gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS,MİS ve SES'deki gösterimleri:

Tahmin	Tahmin sebebi	/kısmen doğru ve kavram yanlışlığı içeren sebep		
		MAS	MİS	SES
<p>12M HCl      6M HCl      17M CH<sub>3</sub>COOH      6M CH<sub>3</sub>COOH</p>			çünkü asitlerin kuvvetli olup olmadıklarını suda iyonlaşmalarına göre bakarak anlarız.	

Tablo 70'in devamı

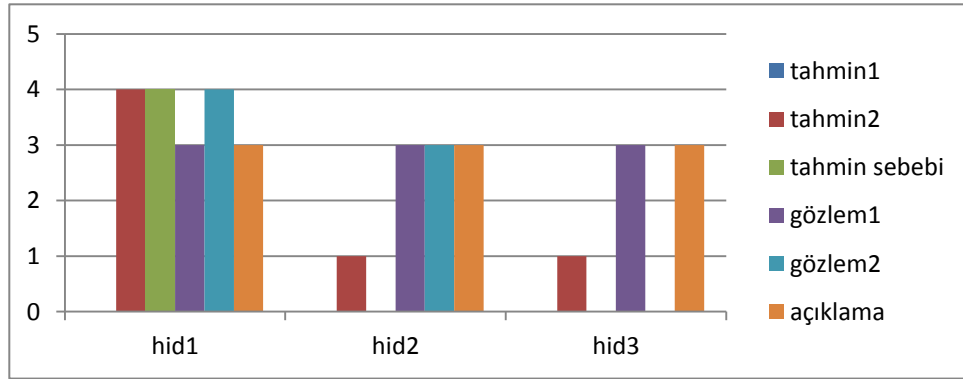
Doğru sıralama		/kısmen sebep		
Sıralama	Gerekçe	MAS	MİS	SES
12M HCl=6MHCl>17M CH <sub>3</sub> COOH= 6M CH <sub>3</sub> COOH		Molariteyle ve pH'la hiçbir alakası yoktur kuvvetliliğin.		

Yanlış		kısmen doğru	
1.gözlem	2.gözlem	1.gözlem	2.gözlem

Doğru açıklama

MAS	MİS	SES
Fark yok.	Çünkü kuvvetliliğin iyonlaşmayla bulunacağını biliyordum.	

### 3.2.1.1.11. T3 Kodlu Öğrencinin Hidroliz Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

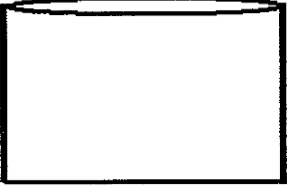
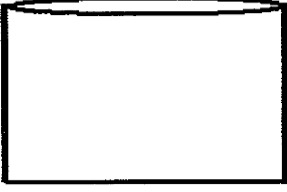
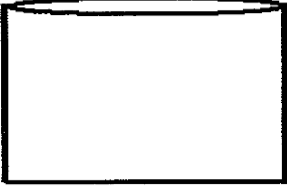


Şekil 36. T3 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- gözlem1- gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

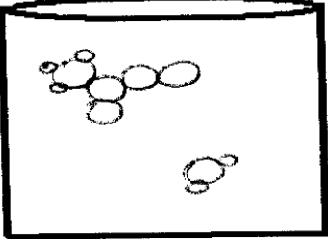
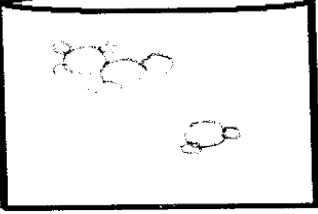
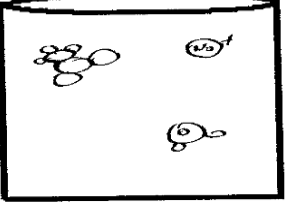
Şekil 36. hidroliz etkinliğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Etkinliğin 1. , 2. ve 3. Kısımlarındaki tahmin1 basamağında tahmin yok kategorisinde; tahmin 2 basamağında 1. Kısımda doğru kategorisinde, 2. ve 3. Kısımlarda yanlış kategorisinde;

tahmin sebebi basamağında 1. Kısımda doğru kategorisinde, 2. ve 3. Kısımlarda sebep yok kategorisinde; gözlem basamağında 1, 2. ve 3. Kısımlarda kısmen doğru kategorisinde; gözlem 2 basamağında, 1. Kısımda doğru cevap kategorisinde, 2. Kısımda kısmen doğru kategorisinde, 3.kısımda gözlem yok kategorisinde; açıklama basamağında ise 1. 2. Ve 3. Kısımlarda kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir.

Tablo 71. T3 kodlu öğrencinin hidroliz1, hidroliz 2- hidroliz 3 etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem1- gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TGA	Hidroliz1	Hidroliz2	Hidroliz3
BS			
T1			
T2	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$
TS	Baz kuvvetli olduğu için ortam bazik olacaktır. Ortaya çıkan tuz bazik özellik gösterir.	-	-

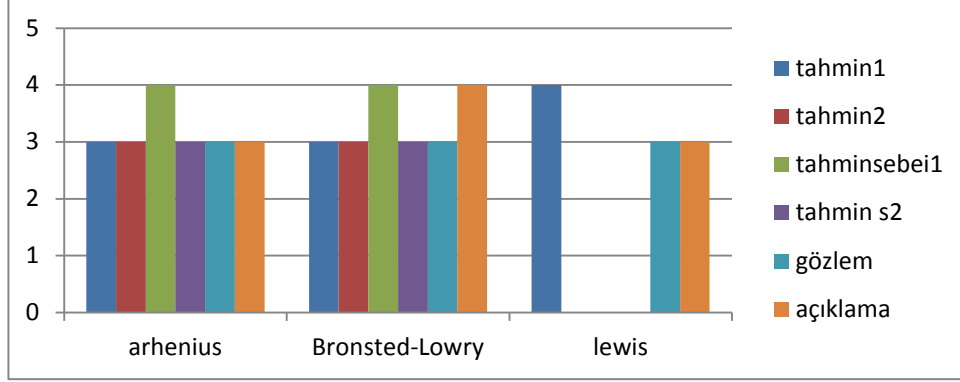
#### Gözlem basamağı

TGA	Hidroliz1	Hidroliz2	Hidroliz3
BS			
G1			
G2	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$	-

MAS	MİS	SES
	Çizimleri bilmiyordum. Tuz iyonlarının hangisinin su ile reaksiyona gireceğini bilmiyordum.	



### 3.2.1.1.12. T3 Kodlu Öğrencinin Asit-Baz Tanımları Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 37. T3 kodlu öğrencinin asit-baz tanımları etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

Şekil 37, Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit ve baz tanımları ile ilgili etkinlikten elde edilen bulguları göstermektedir. Tahmin1, tahmin2, tahmin sebebi2, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi1 kategorisinde doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Bronsted-Lowry asit ve baz tanımıyla ilgili etkinlikte tahmin1, tahmin2, tahmin sebebi2 ve gözlem basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi1 ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Lewis asit-baz tanımında, tahmin basamağında doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında sebep yok kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir.

### 3.2.1.1.12.1. T3 Kodlu Öğrencinin Arrhenius Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 72. T3 kodlu öğrencinin Arrhenius asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri:

Kısmen doğru tahmin / doğru sebep

Fabrika temsilcileri	Görüşmeye kabul edilip edilmeyeceği ile ilgili tahmin	Tahmin sebebi		
		MAS	MİS	SES
CH <sub>3</sub> COOH	Alınır	Asidik madde		
HCl	Alınır	Asidik madde		
SO <sub>2</sub>	Alınmaz	Asit yada baz özelliği göstermez		
CO <sub>2</sub>	Alınmaz	Asit yada baz özelliği göstermez		
Ba(OH) <sub>2</sub>	Alınır	Bazik madde		
NaOH	Alınır	Bazik madde		
NH <sub>3</sub>	Alınır	Bazik madde		
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Alınmaz	Asit yada baz özelliği göstermezler		

Tahmin 2/ Tahmin sebebi 2

Kısmen doğru tahmin/ kısmen doğru sebep

Kabul etmişlerdir.	MAS	MİS	SES
	Çünkü, bütün ülkelerin kendi içinde sorunları var. Bu sorunları çözmeleri için hepsinin birbirine yardım etmeleri gerekir.		

Kısmen doğru gözlem

MAS	MİS	SES
Sonunda, diğer temsilcilerle toplantı yapıp anlaşmayı kabul etmişlerdir.	Protonları olmadıkları için toplantıya alınmıyorlar.	NH <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> asit ve baz olmadıkları için,

Kısmen doğru açıklama

MAS	MİS	SES
Var. NH <sub>3</sub> 'ün baz olduğunu hiç düşünmeden alınır demiştim; fakat, OH <sup>-</sup> iyonu içermediği için alınmadı.	NH <sub>3</sub> 'ün OH <sup>-</sup> vermediği için toplantıya alınmadı, ben alınır demiştim.	NH <sub>3</sub>

### 3.2.1.1.12.2. T3 Kodlu Öğrencinin Bronsted-Lowry Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 73. T3 kodlu öğrencinin Bronsted-Lowry asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Kısmen doğru tahmin / kısmen doğru sebep

Fabrika temsilcileri	Görüşmeye kabul edilip edilmeyeceği ile ilgili tahmin	Tahmin sebebi		
		MAS	MİS	SES
NaOH	Alınır		Elektrona sahiptir.	
NH <sub>3</sub>	Alınır		Elektrona sahiptir.	
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Alınmaz		Elektron vermez.	
CH <sub>3</sub> COOH	Alınır		Elektrona sahiptir.	
HCl	Alınır		Elektrona sahiptir.	
SO <sub>2</sub>	Alınır		Elektrona sahiptir.	
CO <sub>2</sub>	Alınır		Elektrona sahiptir.	

Kısmen doğru tahmin / kısmen doğru sebep

Vereceklerdir.	MAS	MİS	SES
		Çünkü onlarda da elektron çok azdır. Elektron ve proton alışverişi olacaktır.	

Kısmen doğru gözlem

MAS	MİS	SES
Anlaşma yaptılar.	Asitler, proton vereceklerdir. Asitler, proton vereceklerdir ve böylece konjuge asit-baz çiftini oluşturacaklardır. Toplantıya alınmayan temsilciler elektron verdikleri için yeni bir toplantıya alındılar.	

Doğru açıklama

MAS	MİS	SES
Var. CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> , hakkında fazla bilgin yoktu, o yüzden vermez dedim.	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> , elektron vermez diye düşünüyordum, ama veriyormuş. O yüzden onlarda toplantıya katıldılar.	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>

### 3.2.1.1.12.3. T3 Kodlu Öğrencinin Lewis Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 74. T3 kodlu öğrencinin Lewis asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin 1- tahmin 2- tahmin sebebi 1- tahmin sebebi 2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

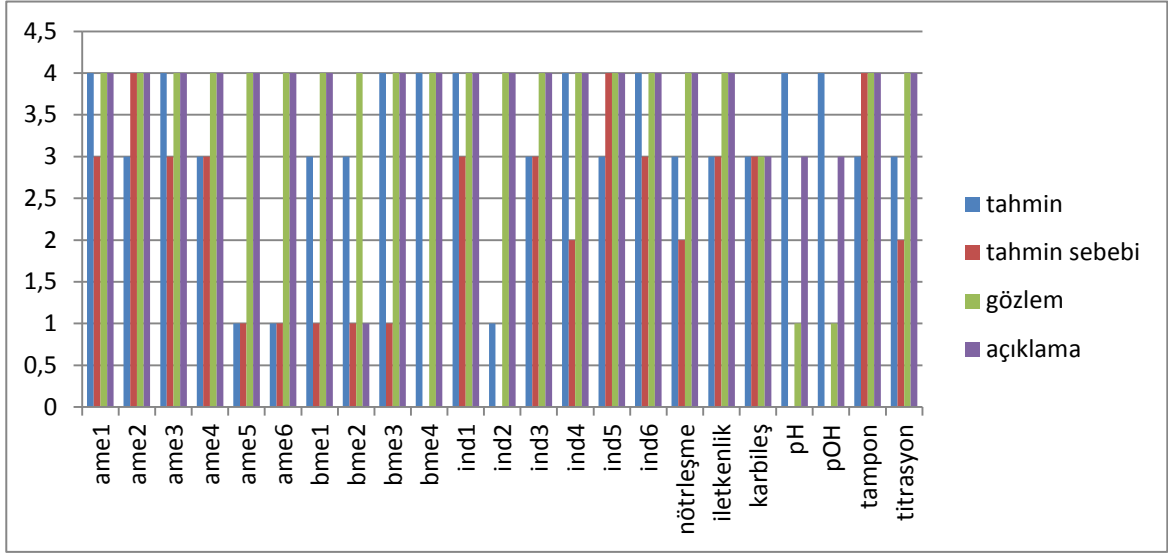
TAHMİN		TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM		AÇIKLAMA		
Doğru		Sebep yok			Kısmen doğru		Kısmen doğru		
M A S	MİS	S E S	M A S	M İ S	S E S	M A S	S E S	M İ S	S E S
	Baz ülkesindeki elektronlar çok fazla olduğu için asitlerle alışveriş yaparak orbitallerinden yararlanmak ister. Aralarında bir anlaşma olur.					Aralarında koordine kovalent bağ anlaşması yapıyorlar. Asitler elektron alıcı, bazlar elektron vericidir. İki ülke birbirlerinin eksiklerini tamamlıyorlar.		Yok. Tahminim doğru çıktı, iki ülke anlaşma yaparak birbirlerinin eksiklerini tamamladı	

Tablo 75. T3 kodlu öğrencinin tüm etkinliklerde tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında yapmış olduğu ifadelerin doğru, kısmen doğru, kavram yanlışlığı, yanlış ve boş kategorilerine göre ayrılması

Öğrenci	Tahmin	Tahmin sebebi	Gözlem	Açıklama
T3	7D,11KD,2KY,3Y	9B,10KD,1Y,8D,2KY	19D,2Y,9KD	27KD,3D

T3 kodlu öğrencinin süreçte tüm TGA etkinliklerdeki MAS, MİS ve SES'lerine bakıldığı zaman, tahmin aşamasında %71,4 MAS, %14,28 MİS, %28 SES'de yaptığı görülmektedir. Tahmin sebebi basamağında, Gözlem basamağında, %63,4'ünün MAS'da, %28,5'inin MİS'de, %35,6'sının SES'de yaptığı gözlenirken, açıklama basamağında, %85,6'sının MAS, %28,6'sının MİS, %28,6'sının SES'de yapıldığı gözlenmektedir.

### 3.2.1.2. T6 Kodlu Öğrencinin TGA Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 38. T6 kodlu öğrencinin bazı etkinliklerdeki tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

Şekil 38, asitlerin ve bazların metallere etkisi, indikatörler, nötrleşme, elektriksel iletkenlik, asitlerin karbonatlı bileşiklere etkisi, pH ve pOH, tampon çözeltisi ve titrasyon etkinliklerinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde, Asitlerin metallere etkisi etkinliğindeki 1. ve 3. Deneyde öğrencinin tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 2. Deneyde tahmin basamağında, kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. 4. Deneyde, tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Asitlerin metallere etkisiyle ilgili olan 5. ve 6. Deneylerde ise tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında yanlış kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. Bazların metallere etkisi ile ilgili olan etkinlikte, 1. ve 2. Deneylerde tahmin basamağında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında yanlış cevap kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Bazların metallere etkisiyle ilgili olan 3. Deneyde öğrencinin tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında ise yanlış kategorisinde

cevaplar verdiği gör÷lmektedir. 4. Deneyde ise tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verirken, tahmin sebebi basamağında sebep yok kategorisinde cevaplar verdiği gör÷lmektedir. İndikatörlerle ilgili olan etkinliklerde, 1. ve 6. Deneylerde, tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gör÷lmektedir. 2. Deneyde, tahmin basamağında yanlış kategorisinde, tahmin sebebi basamağında sebep yok kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gör÷lmektedir. 3. Deneyde, tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gör÷lmektedir. 4. Deneyde, tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verdiği gör÷lmektedir. 5. Deneyde tahmin basamağında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Nötrleşme ile ilgili olan etkinlikte, tahmin basamağında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında kavram yanlışlığı kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Elektriksel İletkenlik ile ilgili etkinlikte, tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Asitlerin karbonatlı bileşiklere etkisi ile ilgili olan etkinlikte, tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gör÷lmektedir. pH ve pOH ile ilgili olan etkinliklerde, tahmin basamağında doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında sebep yok kategorisinde, gözlem basamağında yanlış kategorisinde, açıklama basamağında kısmen doğru cevap kategorisinde cevaplar verdiği gör÷lmektedir. Tampon çözelti etkinliğinde, tahmin basamağında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gör÷lmektedir. Titrasyon etkinliğinde, tahmin basamağında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında kavram yanlışlığı kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği gör÷lmektedir.

### 3.2.1.2.1. T6 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Metaller Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 76. T6 kodlu öğrencinin asitlerin metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1 Zn + HCl	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	Tepkimeye girer.	Hidrojen çıkar		amfoter olduğu için hem bazlarla hem de asitlerle tepkimeye girer.			Tepkimeye girer	H <sub>2</sub> çıkar			Zn ile HCl arasında tepkime çıkacağını tahmin etmiştim. Bu tepkime gerçekleşti ve H <sub>2</sub> gazı çıktı, çünkü Zn,H <sub>2</sub> den aktiftir.	
2 Zn + HNO <sub>3</sub>	<b>KD</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	Tepkime verir	H <sub>2</sub> çıkar		amfoterdir asit veya bazlarla tepkime verir.			Tepkime verdi	H <sub>2</sub> gazı çıkışı olmaz			Zn ile HNO <sub>3</sub> de tepkime verme konusunda tahminlerim doğru çıktı. Ancak hidrojen testi konusunda yanıldım. Ben Zn'da H <sub>2</sub> çıkışı olacağını düşünmüştüm. Bir gaz çıkışı oldu, fakat bu gaz H <sub>2</sub> gazı değildir.	
3 Al + HCl	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	Tepkimeye girer	Hidrojen çıkar		amfoterdir dolayısıyla ham asitler hem de bazlarla tepkimeye verir			Tepkimeye girer	H <sub>2</sub> çıkar			Al ile HCl arasında tepkime çıkacağını tahmin etmiştim. Bu tepkime gerçekleşti ve H <sub>2</sub> gazı çıktı, çünkü Al, H <sub>2</sub> den aktiftir.	

Tablo 76'nın devamı

4 Al + HNO <sub>3</sub>	<b>KD</b>				<b>KD</b>			<b>D</b>				<b>D</b>		
	Tepkime verir	H <sub>2</sub> çıkar			amfoter olduğu için asit ve bazlarla tepkime verir.			Tepkime verdi	H <sub>2</sub> gazı çıkışı olmaz			Al ile HNO <sub>3</sub> de tepkime verme konusunda tahminlerim doğru çıktı. Ancak hidrojen testi konusunda yanıldım. Ben Al'da H <sub>2</sub> çıkışı olacağını düşünmüştüm. Bir gaz çıkışı oldu, fakat bu gaz H <sub>2</sub> gazı değildir.		
5 Cu + HCl	<b>Y</b>				<b>Y</b>			<b>D</b>				<b>D</b>		
	Tepkime verir	H <sub>2</sub> çıkar			Tepkime verir. Cu asitlerle tepkime verir.			Tepkimeye girmez	Gaz çıkışı yoktur			Cu ve HCl arasında tepkime olacağını düşünmüştüm (yeterli bilgim yoktu). Cu ile HCl tepkime vermedi, çünkü Cu, hidrojenden aktif değildir. Bu nedenle H <sub>2</sub> gazı açığa çıkmaz.		
6 Cu + HNO <sub>3</sub>	<b>Y</b>				<b>Y</b>			<b>D</b>				<b>D</b>		
	Tepkime vermez	H <sub>2</sub> çıkmaz			Aktifliği diğerlerine göre azdır.			Tepkime verdi	H <sub>2</sub> gazı çıkmadı.			Cu ile HNO <sub>3</sub> tepkimesinde ise tepkimeye girmeyeceğini dolayısıyla H <sub>2</sub> gazının çıkmayacağını düşündüm. Cu ile HNO <sub>3</sub> tepkime verdi fakat H <sub>2</sub> gazı çıkmadı. HNO <sub>3</sub> ün içinde O gazı olduğu için tepkime verdi.		

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: boş / MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik Seviye; SES: Sembolik Seviye



### 3.2.1.2.2. T6 Kodlu Öğrencinin Bazların Metaller Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 77. T6 kodlu öğrencinin bazların metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1 Zn + NaOH	<b>KD</b>			<b>Y</b>						<b>D</b>		
	Tepkim e verir	Çıkma z	.	baz ile tepkime sonucu H <sub>2</sub> çıkmaz			Tepkim e verir	H <sub>2</sub> çıkar			Zn + NaOH ile tepkimelerinde tepkime konusundaki tahminlerim doğru çıktı. Hidrojen testi konusunda Zn'de H <sub>2</sub> çıkmayacağını düşünmüştüm, fakat Zn bazla tepkimeye girdiğinde H <sub>2</sub> çıkışı oldu.	
2 Zn + NH <sub>3</sub>	<b>KD</b>			<b>SY</b>						<b>Y</b>		
	Tepkim e verir	H <sub>2</sub> çıkmaz		Yeterli bilgiye sahip değilim.			Tepkim e vermez	H <sub>2</sub> çıkmaz			Zn, NH <sub>3</sub> ile tepkime verdi. Çünkü amfoterdir, hem asitlerle hem bazlarla tepkime verir. Hidrojen testi konusunda tahminlerim doğru çıktı.	
3 Cu + NaOH	<b>D</b>			<b>Y</b>						<b>D</b>		
	Tepkim e vermez	Çıkma z		baz ile tepkime sonucu H <sub>2</sub> çıkmaz.			Tepkim e vermez	H <sub>2</sub> çıkmaz			Cu + NaOH ile tepkimelerinde tepkime konusundaki tahminlerim doğru çıktı. Cu, NaOH ile tepkime vermez, çünkü yarı soy metaldir.	
4 Cu + NH <sub>3</sub>	<b>D</b>			<b>SY</b>						<b>D</b>		
	Tepkim e vermez	H <sub>2</sub> çıkmaz		Yeterli bilgiye sahip değilim.			Tepkim e vermez	H <sub>2</sub> çıkmaz			Cu ile NH <sub>3</sub> tepkime vermez. NH <sub>3</sub> zayıf bir bazdır. H <sub>2</sub> çıkamayacağını düşündüm. Tepkime gerçekleşmeyeceğine göre herhangi bir gaz çıkışı gözlenmez	

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: boş / MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik Seviye; SES: Sembolik Seviye

### 3.2.1.2.3. T6 Kodlu Öğrencinin İndikatörler Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 78. T6 kodlu öğrencinin indikatörler etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1 Limon suyu	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	Pembe	A		Asit özelliklerinin çoğunu taşıdığı için asit			Kırmızı	Asit		Limonsuyuyla pembe renk vereceğini düşünmüştüm, kırmızı renk verdi. Çünkü asittir.		
2 Kabartma tozu	<b>Y</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	Değişmez	N		baz yada asit konusunda bir fikrim olmadığı için nötr olduğunu düşündüm			Mor	Baz		K.tozunun nötr olduğunu düşünmüştüm, k.tozunun baz olduğunu gördüm. Çünkü mor lahana çözeltilisini mor renge dönüştürdü.		
3 Çamaşır suyu	<b>KD</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	Mavi	B		bazik özelliklere sahiptir.			Sarı	baz		Çamaşır suyunun baz olduğu konusundaki tahminim doğru, renk konusunda yanlış çıktı. Çamaşır suyu sarı renk verdi.		
4 Sofra tuzu	<b>D</b>			<b>KY</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	Değişmez	N		Asit ve bazın tepkimesinden oluşur. Tuz nötrdür.			Değişmez	nötr				
5 Sabunlu Su	<b>KD</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	Sarı	B		kayganlığa sahip olduğundan baz			Yeşil	baz		Sabunlu su baziktir. Ve indikatörle yeşil renk verdi.		
6 Sirke	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	K	A		Asidik özelliklere sahip asit.			Kırmızı	Asit				

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: boş / MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik Seviye; SES: Sembolik Seviye

### 3.2.1.2.4. T6 Kodlu Öğrencinin Nötrleşme Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 79. T6 kodlu öğrencinin nötrleşme etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen doğru			Kavram yanlışlığı			Doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
			Çünkü asitler ve bazlar tepkimeye girerler. Molaritesi, miktarları aynı olmasından dolayı nötrleşirler. Bu tepkime sonucu tuz oluşur. Tuz nötr olduğundan (pH=7) dolayı indikatör yeşil renk alır.			Baz üzerine indikatör damlatılınca mavi oldu. Sonra asit damlatılmaya başlanınca yeşil oldu. Asit damlatılmaya devam edilince kırmızı renk aldı.			Ben eşit miktarlarda baz ve asidin reaksiyona gireceğini düşünerek yeşil rengi alacağını düşündüm. Sonra asit damlatılınca kırmızı renk aldı.		

MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik Seviye; SES: Sembolik Seviye

### 3.2.1.2.5. T6 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Karbonatlı Bileşiklere Etkisi Etkinliğinden (AKBE) Elde Edilen Bulgular

Tablo 80. T6 kodlu öğrencinin AKBE etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen doğru			Kısmen doğru			Doğru			Kısmen Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
			Limon suyu asit, k.tozu baz olduğu için tepkimeye girecektir.			Tepkime gerçekleşir.			Tahmin ve gözlemlerim aynı çıktı. Tepkime sonucunda limon suyu ve k.tozu tepkimeye girdi. Baz, k.tozu + ast, limon suyu tepkimesi sonucu tuz oluştu.		

### 3.2.1.2.6. T6 Kodlu Öğrencinin Elektriksel İletkenlik Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 81. T6 kodlu öğrencinin elektriksel iletkenlik etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi-gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen Doğru			Doğru			Doğru			Doğru		
M A S	MİS	SES	MAS	MİS	SES	M A S	M İ S	SES	MAS	MİS	SES
	Fenolftalein, su içinde iyonlarına ayrışmaz, dolayısıyla elektriği iletmez. Ampul yanmaz. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , suda iyonlaşır	Fenolftalein+su +asit+baz→ tuz+su içerisinde Tepkimeye girer ve lamba yanar.	Bunların üzerine H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edildikten sonra ampul yandı.	Sonra bunlara Ba(OH) <sub>2</sub> ilave edilmesiyle, bazık olduğu için iyonlaşır. OH <sup>-</sup> iyonları elektrik iletilir. Ampul yanar.	Fenolftalein +su+ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Ba(OH) <sub>2</sub> → tuz oluştu, katı şeklinde dibe çöktü.			Fenolftalein+su→ ampul yanmadı. Fenolftalein+su+ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → ampul yandı. Fenolftalein+su+ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Ba(OH) <sub>2</sub> → ampul yanmaz. Fenolftalein+su+ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Ba(OH) <sub>2</sub> (fazlası)→ ampul yanar.	Bunların üzerine H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edildikten sonra ampul yandı. Tahminlerim doğru çıktı.	Sonra bunlara Ba(OH) <sub>2</sub> ilave edildiğinde ortamın fenolftalein çözeltisini pembe rengi almasıyla çözeltinin bazık olduğu için iyonlaşır. OH <sup>-</sup> iyonları elektrik iletilir. Ampul yanar.	Fenolftalein + su → ampul yanmaz. Fenolftalein su içinde çözünmez. Bu durumda tahminlerim doğru çıktı. Fenolftalein+ su+ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Ba(OH) <sub>2</sub> → tuz oluştu, katı şeklinde dibe çöktü.

### 3.2.1.2.7. T6 Kodlu Öğrencinin pH ve pOH ile İlgili Etkinliklerden Elde Edilen Bulgular

Tablo 82. T6 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			AÇIKLAMA		
Doğru			Kısmen doğru			Kısmen Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
		10M NaOH> 1M NaOH> 0,1M NaOH>0,1M HCl>1M HCl> 10M HCl			Hesaplamalar yapmış sebep kısmında.	Tahminlerimin hepsi doğru çıktı.		

GÖZLEM (pH)							
Yanlış							
MAS						MİS	SES
10M HCl	1M HCl	0,1M HCl	0,1M NaOH	1M NaOH	10 M NaOH		
1	0	-1	1	0	-1		

pOH için

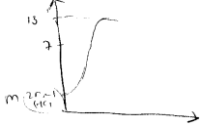
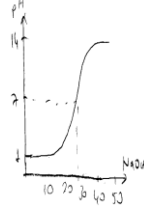
TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			AÇIKLAMA		
Doğru			Kısmen Doğru			Kısmen Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
		10M HCl> 1M HCl> 0,1M HCl> 0,1M NaOH> 1M NaOH> 10M NaOH			Hesaplamalar yapmış sebep kısmında.	Tahminlerimin hepsi doğru çıktı.		

GÖZLEM (pOH)							
Yanlış							
MAS						MİS	SES
10M HCl	1M HCl	0,1M HCl	0,1M NaOH	1M NaOH	10M NaOH		
13	14	15	13	14	15		

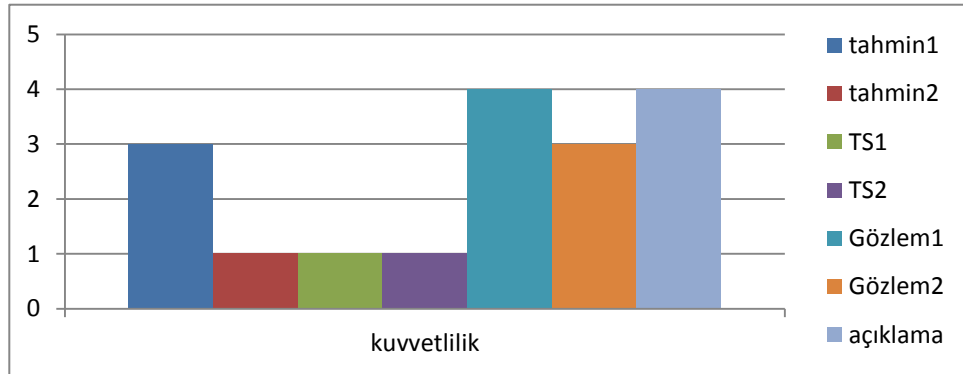


### 3.2.1.2.9. T6 Kodlu Öğrencinin Titrasyon Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 84. T6 kodlu öğrencinin titrasyon etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen Doğru						Doğru					
M A S	M İ S	SES	M A S	M İ S	S E S	M A S	M İ S	SES	M A S	M İ S	S E S
			<p>Çözeltiye baz ilave edildikçe önce dipte bir katı oluşumu gözlenir. Baz damlatılmaya devam edildiğinde çözelti pembe renk alır.</p>						<p>kaptaki değişim konusunda tahminlerim doğru çıktı. Fakat titrasyon eğrisinde pH 1 den başlayarak pH 13 kadar yükseldi. Ben HCl'nin pH'nın 1 almamıştım.</p>		

### 3.2.1.2.10. T6 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Kuvvetliliği ve Konsantrasyonu Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 39. T6 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem1- gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

Şekil 39, asitlerin kuvvetlilikleri ve konsantrasyonları ile ilgili etkinlikten elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde, öğrencinin, tahmin 1 ve gözlem 2 basamaklarında kısmen doğru kategorisinde; tahmin 2, tahmin sebebi 1 ve tahmin sebebi 2

basamaklarında yanlış kategorisinde; gözlem1 ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir.

Tablo 85. T6 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem1- gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Kısmen doğru		/yanlış sebep		
Tahmin sebebi		MAS	MİS	SES
Tahmin				
			HCl, suda $\text{CH}_3\text{COOH}$ dan daha iyi çözünür. Kuvvetli asitler, zayıf olanlara göre suda daha fazla çözünür.	HCl, $\text{CH}_3\text{COOH}$

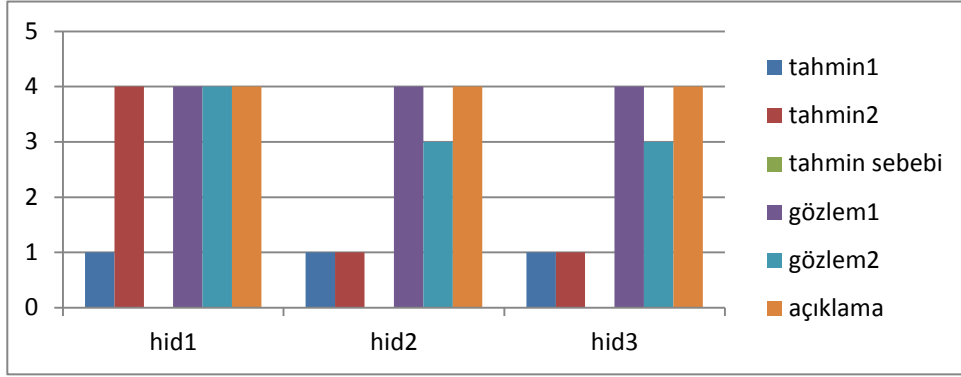
Yanlış sıralama		/yanlış sebep		
Gerekçe		MAS	MİS	SES
Sıralama				
<p>HCl &gt; <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> Genel sıralama 12M HCl &gt; 6M HCl &gt; 17M <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> &gt; 6M <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math></p>			Çünkü HCl daha iyi çözünür. Çünkü 6M daha az çözünür. 17M çözünürlüğü daha azdır.	

Doğru		kısmen doğru	
1.gözlem		2.gözlem	

Doğru açıklama		
MAS	MİS	SES
HCl ile ilgili sıralamam doğru çıktı. Fakat $\text{CH}_3\text{COOH}$ sıralama yanlış çıktı.	Molaritesi daha büyük olanın çözünmesinin daha büyük olacağını düşünmüştüm. Zayıf asitlerin çözümleri eşit çıktı. İlk iki kaptaki iyonlaşma % 100 olduğuna göre kuvvetlilikleri eşittir. $\text{CH}_3\text{COOH}$ 'lü kaplarda ise molekül, iyon durumları aynı olduğu için bunların da kuvvetlilikleri eşittir.	12M HCl = 6M HCl > 6M $\text{CH}_3\text{COOH}$ = 17M $\text{CH}_3\text{COOH}$



### 3.2.1.2.11. T6 Kodlu Öğrencinin Hidroliz Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 40. T6 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin 1- tahmin 2- tahmin sebebi 1- tahmin sebebi 2- gözlem 1- gözlem 2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

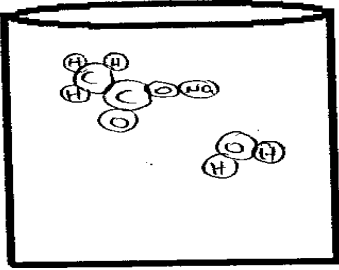
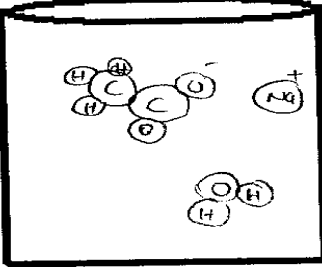
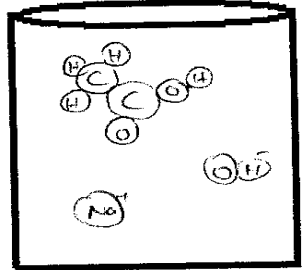
Tablo 40, hidroliz etkinliğinden elde edilen bulguları göstermektedir. Tablo incelendiğinde, tahmin1 basamağında 1., 2. Ve 3 kısımda yanlış kategorisinde; tahmin2 basamağında 1. Kısımda doğru, 2. Ve 3. Kısımlarda yanlış kategorisinde; tahmin sebebi basamaklarında 1., 2. Ve 3. Kısımlarda sebep yok kategorisinde; gözlem1 basamaklarında 1., 2., ve 3. Kısımlarda doğru kategorisinde; gözlem 2 basamaklarında 1. Kısımda doğru kategorisinde, 2. ve 3. Kısımlarda kısmen doğru kategorisinde; açıklama basamaklarında 1., 2., ve 3. Kısımlarda doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir.

Tablo 86. T6 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi 2- gözlem 1- gözlem 2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

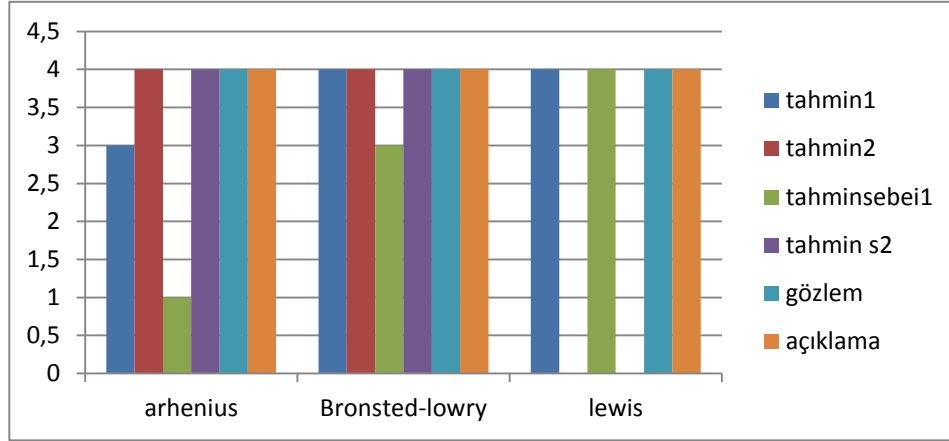
TGA BS	Hidroliz1	Hidroliz2	Hidroliz3
T1			
T2	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
TS	-	-	-

Tablo 86'nın devamı

Gözlem basamağı

TGA BS	Hidroliz1	Hidroliz2	Hidroliz3
G1			
G2	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
MAS	MİS	SES	
-	Tuzun iyonlaşmasını yanlış yazdım.	İyonlaşmasını yanlış yazdığım için de son basamaktaki su ile tepkimem de yanlış çıktı.	

### 3.2.1.2.12. T6 Kodlu Öğrencinin Asit-Baz Tanımları Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 41. T6 kodlu öğrencinin asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

Şekil 41, Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit-baz tanımlarını konu alan etkinlikten elde edilen bulguları göstermektedir. Şekil incelendiğinde, Arrhenius asit-baz tanımı ile ilgili etkinlikte, öğrencinin tahmin1 basamağında kısmen doğru kategorisinde, tahmin2, tahmin sebebi2, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde

cevaplar verdiği görülmektedir. Bronsted-Lowry asit-baz tanımı ile ilgili etkinlikte, tahmin1, tahmin2, tahmin sebebi2, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde, tahmin sebebi1 basamağında ise kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Lewis asit-baz tanımı ile ilgili etkinlikte, öğrencinin tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir.

### 3.2.1.2.12.1. T6 Kodlu Öğrencinin Arrhenius Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 87. T6 kodlu öğrencinin Arrhenius asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Kısmen doğru tahmin / yanlış sebep

Fabrika temsilcileri	Görüşmeye kabul edilip edilmeyeceği ile ilgili tahmin	Tahmin sebebi		
		MAS	MİS	SES
CH <sub>3</sub> COOH	Alınacak		Zayıf asit olduğundan H <sup>+</sup> yardımı yapamaz.	
HCl	Alınır		Kuvvetli asit olduğundan H <sup>+</sup> iyonlarından yararlanır.	
SO <sub>2</sub>	Alınır		Kuvvetli asit olduğundan H <sup>+</sup> iyonlarından yararlanır.	
CO <sub>2</sub>	Alınır		Kuvvetli asit olduğundan H <sup>+</sup> iyonlarından yararlanır.	
Ba(OH) <sub>2</sub>	Alınır		Kuvvetli baz olduğu için OH <sup>-</sup> ihtiyacını karşılar	
NaOH	Alınır		Kuvvetli baz olduğu için OH <sup>-</sup> ihtiyacını karşılar	
NH <sub>3</sub>	Alınmaz		Zayıf baz olduğu için fazla OH <sup>-</sup> üretemez.	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Alınmaz		Tuz olduğu için herhangi bir yardımda bulunamaz.	

Tahmin2 / tahmin sebebi2

Doğru tahmin / doğru sebep

Kabul etmişlerdir.	MAS	MİS	SES
			Çünkü suyun proton ve hidroksit ihtiyacı var. Asit ülkesinde proton üretimi, baz ülkesinde de hidroksit üretimi var. Fakat üretilen proton, hidroksitler iki ülkede de değerlendirilemez. Asit, suya H <sup>+</sup> , baz suya OH <sup>-</sup> verir.

GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
	Temsilciler ürettikleri kadar H <sup>+</sup> i su ülkesine vermeyi kabul ettiler. Asitler, su ülkesine H <sup>+</sup> verecektir. Temsilciler ürettikleri hidroksiti su ülkesine vermeyi kabul ettiler. Bazlar su ülkesine OH <sup>-</sup> verecektir.	Asit ülkesinde HCl ve CH <sub>3</sub> COOH ile görüşme yapıldı. Baz ülkesinde Ba(OH) <sub>2</sub> ile yapılan görüşmelerde	Evet, fark var.	Fakat Arrhenius göre içinde "H <sup>+</sup> " geçenler asittir. Bazların zayıf olanları, yeterli OH <sup>-</sup> üretemeyeceğinden katılamayacağımı düşündüm. Fakat Arrhenius göre adında "OH <sup>-</sup> " geçenler bazdır.	Ben zayıf asitlerin fazla hidrojen üretemeyeceği için katılamayacağını düşünmüştüm.

### 3.2.1.2.12.2. T6 Kodlu Öğrencinin Bronsted-Lowry Asit Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 88. T6 kodlu öğrencinin Bronsted-Lowry asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Kısmen doğru tahmin / kavram yanlışlığı sebep

Fabrika temsilcileri	Görüşmeye kabul edilip edilmeyeceği ile ilgili tahmin	Tahmin sebebi		
		MAS	MİS	SES
NaOH	Alınır		Kuvvetli bazdır fazla e <sup>-</sup> üretimi olur.	
NH <sub>3</sub>	Alınır		Bazdır, çünkü suya OH <sup>-</sup> iyonu verir.	
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Alınır		Suya H <sup>+</sup> iyonu verir, protonu yardımında bulunur.	
CH <sub>3</sub> COOH	Alınır		Asittir, H <sup>+</sup> iyonu yardımında bulunur.	
HCl	Alınır		Kuvvetli asit, proton yardımında bulunur.	
SO <sub>2</sub>	Alınır		Asittir, proton yardımında bulunur.	
CO <sub>2</sub>	Alınır		Asittir, proton yardımında bulunur.	

Doğru tahmin / kısmen doğru ve kavram yanlışlığı sebep

Asit ve bazlar arasında proton-e <sup>-</sup> alış-verişi olur.	MAS	MİS	SES
	Bu nedenle, karşılıklı alış-verişi yaparak iki tarafında problemi çözülür.	Çünkü baz ülkesinde fazla OH <sup>-</sup> üretiliyor, fakat değerlendirilemiyor. Asit ülkesinde ise e <sup>-</sup> kıtlığı yani OH <sup>-</sup> iyonuna ihtiyaç var.	

GÖZLEM			AÇIKLAMA		
kısmen doğru			kısmen doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
	Asitler, belirli baz fabrikalarına H <sup>+</sup> vermeyi kabul ettiler. Örneğin, asetik asit sadece asetata H <sup>+</sup> vermeyi kabul etti. Bu durumda, asit ve bazlar arasında konjuge asit-baz çifti oluşturulur. Asitler, proton vererek baz çifti, bazlar da proton alarak asit çiftiyle eşleşir.		Tahmin ve gözlemlerim arasında uyumluluk var. Asit ve baz çiftlerinin alış verişi yapabileceğini düşündüm. Lowry ve Bronsted'a göre asitler ve bazlar belirli temsilcilerle olmak şartıyla alış-verişi yapabilirler.	Toplantıya adında OH <sup>-</sup> , H <sup>+</sup> olmayan asit, bazlarla katılabilirler.	

### 3.2.1.2.12.3. T6 Kodlu Öğrencinin Lewis Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 89. T6 kodlu öğrencinin Lewis asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Doğru			Kısmen Doğru			Kısmen Doğru			Kısmen Doğru		
MAS	M İ S	S E S	M A S	MİS	S E S	M A S	MİS	S E S	MAS	MİS	S E S
Evet				Asit ülkesinde boş orbitallar, baz ülkesinde ise fazlaca üretilen e <sup>-</sup> parası var. Bazlar e <sup>-</sup> ları asitlere vererek boş orbitalleri e <sup>-</sup> ile doldururlar. Aralarında, e <sup>-</sup> ile alışverişi gerçekleşir.			Bu anlamaya göre asitlerle e <sup>-</sup> alır, bazlar e <sup>-</sup> verirler. Asitler, bazlarla e <sup>-</sup> alışverişi yapar. Böylece, bazlar e <sup>-</sup> vererek “+” yüklü olur. Asitlerle, e <sup>-</sup> alarak “-“ yüklenir.		Uyum luluk vardır	Asitler ve bazlar arasında e <sup>-</sup> alışverişi olacağını, bazların asitlerle e <sup>-</sup> vereceğini düşünmüştüm. Lewis'e göre bazlar, asitlerle e <sup>-</sup> verir, asitlerle ihtiyaçları olan e <sup>-</sup> yi bazlardan alırlar ve orbitaldaki boş olanları doldururlar.	

Tablo 90. T6 kodlu öğrencinin tüm etkinliklerde tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında yapmış olduğu ifadelerin doğru, kısmen doğru, kavram yanlışlığı, yanlış ve boş kategorilerine göre ayrılması

Öğrenci	Tahmin	Tahmin sebebi	Gözlem	Açıklama
T6	11D,13KD,6Y	3D,10KD,7Y, 7B,3KY	27D,1KD,2Y	26D,3KD,1Y

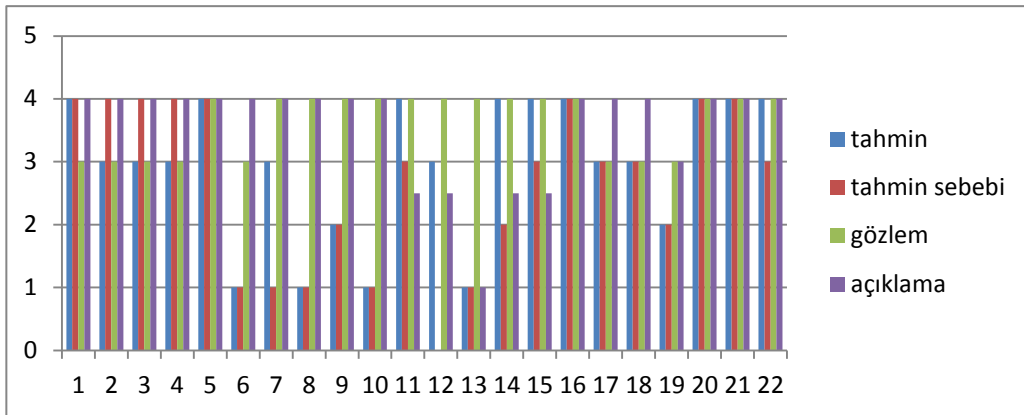
T6 kodlu öğrencinin, ön kavram haritasında %75'inin MAS'da, %12,5'inin MİS'de, %12,5'inin SES'de, son kavram haritasında kullandığı 18 kavramın %83,3'ünün MAS'da, %16,7'sinin MİS'da olduğu gözlenmektedir. Süreçte öğrencilerin yaptıkları TGA etkinliklerinde, T6 kodlu öğrencinin tahmin aşamasında, %64,3'ünün MAS'da, %21,4'ünün MİS'de, %28,6'sının SES'de olduğu; tahmin sebebi basamağında, %64,2'inin MAS'da, %28,5'inin MİS'de, %28,5'sinin SES'de olduğu; gözlem basamağında, %50'sinin MAS, %35,7'sinin MİS, %28,6'sının SES'de olduğu gözlenmektedir. Açıklama basamağında ise, %92,8'inin MAS, %42,8'inin MİS, %42,8'inin SES'de olduğu gözlenmektedir. Buradan, öğrencinin TGA etkinlikleri sürecinde de MAS, MİS ve SES'de

artış olduğu gözlenmektedir. Öğrencinin ön ve son kavram haritasından aldıkları sonuçlarda bir artış olduğu gözlenmektedir. Anlamli öğrenme gerçekleştiren öğrencilerin MAS, MİS ve SES'lerinde de bir artış gözlenmektedir.

### 3.2.2. ABD'deki Öğrencilerin TGA Etkinliklerinin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin TGA etkinliklerinde Tahmin- tahmin sebebi-Gözlem ve açıklama basamaklarında hangi anlama düzeyinde oldukları grafiklerle gösterilmiş. Sonra da A2 ve A3 kodlu öğrencilerin bulguları detaylı bir şekilde sunulmuştur.

#### 3.2.2.1. A2 Kodlu Öğrencinin TGA Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 42. A2 kodlu öğrencinin bazı etkinliklerinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri

Şekil 42 incelendiğinde, 1-6 arasında olan deneyler Asitlerin metallere etkisi etkinliğiyle ilgilidir. 1. Deney incelendiğinde, öğrencinin doğru kategorisinde tahminde bulunduğu ve bu tahmini doğru kategorisinde açıkladığı, kısmen doğru kategorisinde gözlem yaptığı ve doğru kategorisinde açıklama yaptığı görülmektedir. 2., 3., ve 4. Deneylerde öğrencinin kısmen doğru kategorisinde tahmin yaptığı, doğru kategorisinde tahmin sebebi verdiği, kısmen doğru kategorisinde gözlem yaptığı ve doğru kategorisinde açıklama yaptığı görülmektedir. 5. Deneyde öğrencinin tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve

açıklama basamaklarında doğru kategorisinde ifadelere yer verdiği görülmektedir. 6. Deneyde, tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında yanlış kategorisine cevaplar verdiği, gözlem basamağında kısmen doğru kategorisinde, açıklama basamağında ise doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 7–10 arasındaki deneyler Bazların metallere etkisi etkinliği ile ilgilidir. 7. Deneyde öğrenci, tahmin basamağında kısmen doğru kategorisinde cevap verdiği, tahmin sebebi basamağında yanlış kategorisinde cevap verdiği, gözlem ve açıklama basamaklarında ise doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 8. Ve 10. Deneylerde, tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında yanlış kategorisinde cevaplar verdiği, gözlem ve açıklama basamaklarında ise doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. 9. Deneyde, öğrenci tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında, kavram yanlılığı kategorisinde cevaplar vermiştir, gözlem ve açıklama basamaklarında ise doğru kategorisinde cevaplar vermiştir. 11–16 arasındaki deneyler İndikatörler etkinliği ile ilgilidir. 11. Deneyde tahmin basamağında, doğru kategorisinde cevap verirken, tahmin sebebi basamağında, kısmen doğru kategorisinde cevap vermiş, gözlem basamağında doğru kategorisinde cevap vermiş, açıklama kategorisinde ise kısmen doğru ve kavram yanlılığı basamağında cevap vermiştir. 12. Deneyde, öğrenci tahmin basamağında kısmen doğru kategorisinde cevap verirken, tahmin sebebi basamağında herhangi bir açıklama yapmamıştır. Gözlem basamağında doğru kategorisinde cevap verirken açıklama basamağında kısmen doğru ve kavram yanlılığı kategorisinde cevap vermiştir. 13. Deneyde, öğrenci tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında yanlış kategorisinde cevaplar vermiştir. Gözlem basamağında, doğru kategorisinde cevap vermiştir. Açıklama aşamasında ise yanlış kategorisinde cevap vermiştir. 14. Deneyde, tahmin basamağında doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında kavram yanlılığı kategorisinde, gözlem basamağında doğru kategorisinde, açıklama basamağında ise kısmen doğru ve kavram yanlılığı kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 15. Deneyde, tahmin basamağında doğru kategorisinde cevap verdiği, tahmin sebebi basamağında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği, gözlem basamağında, doğru kategorisinde cevap verdiği açıklama basamağında ise kısmen doğru ve kavram yanlılığı kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 16. Deneyde, tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 17. Nötrleşme ile ilgili olan etkinlikte öğrencinin tahmin, tahmin sebebi, gözlem basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği, açıklama basamağında ise doğru kategorisinde cevap verdiği görülmektedir. 18. İle gösterilen

etkinlik iletkenlik ile ilgilidir. Bu etkinlikte öğrencinin, tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında, kavram yanlış kategorisinde cevaplar verdiği, gözlem ve açıklama basamaklarında ise kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 19. etkinlik asitlerin karbonatlı bileşiklere etkisi ile ilgilidir. Bu etkinlikte öğrenci, tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında, doğru kategorisinde cevap vermiştir. 20. ve 21. Etkinlikler pH ve pOH ile ilgilidir. Bu etkinliklerde öğrenci, tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında, doğru kategorisinde cevap vermiştir. 22. Etkinlik tampon çözeltiler ile ilgilidir. Bu etkinlikte öğrenci, tahmin basamağında doğru kategorisinde cevap vermiş, tahmin sebebi basamağında kısmen doğru kategorisinde cevap vermiş, gözlem ve açıklama basamaklarında ise doğru kategorisinde cevap vermiştir.

A2 öğrencisinin bu etkinliklere verdiği cevaplar ve onların hangi boyutta gösterildikleri aşağıdaki gibidir.

Asitlerin metallere etkisiyle ilgili olan ilk deneydeki tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında öğrencinin verdiği cevaplar şu şekildedir.



### 3.2.2.1.1. A2 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Metallere Etkisi Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 91. A2 kodlu öğrencinin asitlerin metallere etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA			
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	
1 Zn + HCl	<b>D</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			
	Reaksiyon	Evet		Zn, H ile yer değiştirecek	Çinko, H'dan daha reaktif ve H <sub>2</sub> üretir.		Çinko, H, H <sub>2</sub>	Gaz açığa çıktı. Renk değişti.	Evet Pop sesi duyuldu			HCl ile olan reaksiyonda, doğru bir şekilde tahmin yaptım, aktiflik serisine göre.	
2 Zn + HNO <sub>3</sub>	<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>KY</b>			<b>D</b>			
	Reaksiyon	Evet			Zn aktiflik serisinde H'dan daha yüksektedir.		Zn	Güçlü bir reaksiyon, çökeltme-gaz oluşur.	Pop sesi yok			Bununla beraber, HNO <sub>3</sub> ile olan reaksiyon doğru değildi. Zn ile HNO <sub>3</sub> arasında bir reaksiyon vardı, fakat hidrojen testi yoktu (ki ben tahmin etmişim)	
3 Al + HCl	<b>D</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			
	Reaksiyon	Evet		Al, H ile yer değiştirecek	Al, H'dan daha reaktif ve H <sub>2</sub> üretir.		Al, H <sub>2</sub>	Renk değişir, güçlü reaksiyon	Evet Pop sesi duyuldu			HCl ile olan reaksiyonda, doğru bir şekilde tahmin yaptım, aktiflik serisine göre.	
4 Al + HNO <sub>3</sub>	<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			
	Reaksiyon	Evet			Al aktiflik serisinde H'dan daha yüksektedir.			Gaz açığa çıktı	Evet			HNO <sub>3</sub> +Al, doğru bir şekilde tahmin ettim.	
5 Cu + HCl	<b>D</b>			<b>D</b>			<b>D</b>			<b>D</b>			
	Reaksiyon yok	Hayır			Bakır, H kadar reaktif değildir.			Reaksiyon yok	Hayır			HCl ile olan reaksiyonda, doğru bir şekilde tahmin yaptım, aktiflik serisine göre.	
6 Cu + HNO <sub>3</sub>	<b>Y</b>			<b>D</b>			<b>KY</b>			<b>D</b>			
	Reaksiyon yok	Hayır			Bakır, H kadar reaktif değildir.			Renk değişir – çökeltme, kesin reaksiyon	Pop sesi yok			Bakır ile herhangi bir reaksiyon olmayacağını tahmin etmeme rağmen, Cu+HNO <sub>3</sub> arasında güçlü bir reaksiyon vardır.	

### 3.2.2.1.2. A2 Kodlu Öğrencinin Bazların Metaller Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 92. A2 kodlu öğrencinin bazların metaller etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1 Zn + NaOH	KD			Y			D			D		
	Evet, çinko kuvvetli bir metaldir ve sodyum ile yer değiştirecektir.	Hayır		Çünkü oksijen sergilenmektedir, H <sub>2</sub> oluşmayacaktır.			Bir gaz oluştu (H <sub>2</sub> ), çinko reaksiyona girdi	Evet		(H <sub>2</sub> )	NaOH ile olanı doğru tahmin ettim.	Çinko, NaOH ile reaksiyon verdi, çünkü Çinko, Na'dan daha kuvvetli bir proton donörüdür.
2 Zn + NH <sub>3</sub>	Y			Y			D			D		
	Evet	Evet		Metalle yer değiştirecektir.		NH <sub>3</sub> , bir hidrojen kaybedecektir ve sonuç olarak H <sub>2</sub> üretilecektir.	Reaksiyon yok	Reaksiyon yok			NH <sub>3</sub> ile olanı yanlış tahmin ettim. Şimdi, farkına vardım ki NH <sub>3</sub> zayıf bir bazdır	Ve kuvvetli bazlar gibi hazır bir şekilde protonları kabul etmez
3 Cu + NaOH	KY			Y			D			D		
	Bakır çok kuvvetli değildir ve reaksiyon olmayacaktır.	Hayır		Çünkü oksijen sergilenmektedir, H <sub>2</sub> oluşmayacaktır.		H <sub>2</sub>	Reaksiyon yok	Reaksiyon yok			Bakır NaOH ile reaksiyon vermedi	Çünkü o Na kadar kuvvetli bir proton vericisi değildir.
4 Cu + NH <sub>3</sub>	Y			Y			D			D		
	Evet	Evet		Metalle yer değiştirecektir.		NH <sub>3</sub> , bir hidrojen kaybedecektir ve sonuç olarak H <sub>2</sub> üretilecektir.	Reaksiyon yok	Reaksiyon yok			NH <sub>3</sub> ile olanı yanlış tahmin ettim. Şimdi, farkına vardım ki NH <sub>3</sub> zayıf bir bazdır	Ve kuvvetli bazlar gibi hazır bir şekilde protonları kabul etmez

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: boş / MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik Seviye; SES: Sembolik Seviye

### 3.2.2.1.3. A2 Kodlu Öğrencinin İndikatörler Elde Edilen Bulgular

Tablo 93. A2 kodlu öğrencinin indikatörler etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1 Limon suyu	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>KY</b>		
	Kırmızı Mor	A		Turuncgiller genellikle asittir.			Koyu kırmızı	Asit		Limon suyu benim düşündüğümden daha kuvvetli bir asittir.		
2 Kabartma tozu	<b>KD</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>			<b>KY</b>		
	Sarı Yeşil	B		Emin değilim			Mavi/ mor	Baz		Kabartma tozu benim düşündüğümden daha kuvvetli bir bazdır.		
3 Çamaşır suyu	<b>Y</b>			<b>Y</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>		
	Mavi	Kuvvetli Baz		Çamaşır suyunun NH <sub>3</sub> içerdiğini biliyorum.			Yeşil	Baz		Çamaşır suyunu doğru tahmin ettim.		
4 Sofra tuzu	<b>D</b>			<b>KY</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	NC	N		Tuzlar nötrdür.			Lahananın renginden dolayı mavidir.	nötr		Sofra tuzunu doğru tahmin ettim.		
5 Sabunlu Su	<b>D</b>			<b>KD</b>			<b>D</b>			<b>KY</b>		
	Y/G	B		Temizlik aracıdır= bazdır.			Yeşil	Baz		Sabunlu su benim tahminimden daha kuvvetli bazdır.		
6 Sirke	<b>D</b>			<b>D</b>			<b>D</b>			<b>D</b>		
	Hafif pembe	Zayıf asit			H <sup>+</sup> verir		Pembe	Asit		Sirkeyi doğru tahmin ettim.		

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: boş / MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik Seviye; SES: Sembolik Seviye

### 3.2.2.1.4. A2 Kodlu Öğrencinin Nötrleşme Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 94. A2 kodlu öğrencinin nötrleşme etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kavram Yanılgısı			Kısmen doğru			Kısmen doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Su ve KCl üretecek.		KOH + HCl → H <sub>2</sub> O + KCl(k) 1M 1M	Suyun nötr olduğu gösterilecek ve KCl tuzu gösterilecek.	HCl, kuvvetli bir asittir. KOH'a H <sup>+</sup> iyonu verecektir ki daha sonrasında: H <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup> → H <sub>2</sub> O... Olacaktır. Sonrasında K <sup>+</sup> iyonu Cl <sup>-</sup> iyonuna saldırarak ve nötr tuz olan KCl'yi oluşturacaklar	H <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup> → H <sub>2</sub> O	İndikatör KOH'a ilâve edildiği zaman, KOH bazik olduğundan rengi maviye döner. HCl, KOH'tın üzerine ilave edildiği zaman indikatör, nihayetinde yeşilden kırmızıya sonra pembeye döner.			KOH ve HCl dengelendiğinde, çözelti nötrleşti ve yeşil oldu. HCl ilave edilmeye devam edildiğinde çözelti asidik olduğu için kırmızıya dönüştü benim tahminim doğrudu, oluşan tuzun katı olmaması, çözelti olması haricinde.		

### 3.2.2.1.5. A2 Kodlu Öğrencinin Elektriksel İletkenlik Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 95. A2 kodlu öğrencinin elektriksel iletkenlik etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi-gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen doğru			Kısmen doğru			Doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Bence, lambanın ışığı yavaşça sönecek. Çünkü $H_2SO_4$ kuvvetli asit olmasına ve tamamen iyonlaşması rağmen	$Ba(OH)_2$ 'nin daha düşük çözünürlüğe sahiptir ve böylelikle 100% iyonlarına ayrılmaya ancak elektrik akımı yaratmak için	Ba (OH) <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Fenolftalein bu deneyde indikatör olarak kullanılır, asit ve baz arasındaki nötrleşmeye erişildiği zaman. Çözelti pembeye döndüğü zaman, biliyorum $H_2SO_4$ , $Ba(OH)_2$ 'ti dengeler.	H 2 S O 4 B a ( O H ) 2 .	Çözünmeyen $BaSO_4$ çökeleği oluştu. $H_2SO_4$ elektriği çok iyi iletir, çünkü kuvvetli asittir, fakat $H_2SO_4$ 'ün $Ba(OH)_2$ dan çok çözeltilmesinde elektrik çok fazla iletilmez. Çözelti pembeye döndüğünde, lamba tamamen yanar.		BaS O <sub>4</sub> H 2SO <sub>4</sub> Ba (OH) 2	Tahminlerim doğru. $H_2SO_4$ , elektrik akımını suda iyi iletir, çözünmeyen tuz iletmedi. Bazik çözelti çok az iletir.			

### 3.2.2.1.6. A2 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Karbonatlı Bileşiklere Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 96. A2 kodlu öğrencinin asitlerin karbonatlı bileşiklere etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kavram yanlışlığı			Kavram yanlışlığı			Kısmen doğru			Kısmen doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Limon suyu ve kabartma tozunun tuz ve çökelti (tuz) üreteceğini düşünüyorum.			Limon suyu kuvvetli bir asit iken, kabartma tozu kuvvetli bir bazdır. İkisi birlikte su ve çöken bir çeşit tuz oluşturacaklar, asit ve bazların birbirleriyle reaksiyona girdikleri gibi.			Kabarcıklar oluştu. Bir tuz ve ayrıca su oluştu.		CO <sub>2</sub> açığa çıktı.	Bir gazın oluşacağını düşünmedim, çünkü hem gazın hem de tuzun oluşabileceğini bilmiyordum. Şimdi, limon suyunun ve kabartma tozunun yapılarını biliyorum ve reaksiyon bana daha anlaşılır.		

### 3.2.2.1.7. A2 Kodlu Öğrencinin pH ve pOH Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 97. A2 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS,MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			AÇIKLAMA		
Kısmen doğru			Kısmen doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
		10M HCl, 1M HCl,0,1M HCl, 0,1M NaOH, 1M NaOH, 10M NaOH en düşük → en yüksek	Asitler bazlardan daha yüksek bir pH'a sahip olacakları için, daha konsantre asitlerin pH ları daha az konsantre olan asitlerin pH'larından daha yüksek olacak.	pH hidrojen iyonlarının ölçülmesidir.		Doğru tahmin yaptım! Çok konsantre bazların pH'sı daha az konsantre bazlardan daha yüksektir fakat, pOH'ları daha düşüktür, daha az konsantre olanlardan.		

GÖZLEM (pH)							
Doğru							
MAS						MİS	SES
10M HCl	1M HCl	0,1M HCl	0,1M NaOH	1M NaOH	10 M NaOH		
-1	0	1	13	14	15		

pOH için

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			AÇIKLAMA		
Yanlış			Doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
		10M NaOH, 1M NaOH, 0,1M NaOH, 0,1M HCl, 1M HCl, 10M HCl en yüksek → en düşük	Aynı bazlar ve pOH için doğrudur. En konsantre bazlar en düşük pH'a sahip olacaktırlar.			Doğru tahmin ettim. Daha konsantre bazlar, daha az konsantre bazlara göre daha yüksek pH'a sahiptirler. Fakat, daha düşük pOH'a sahiptirler daha az konsantre bazlara göre.		

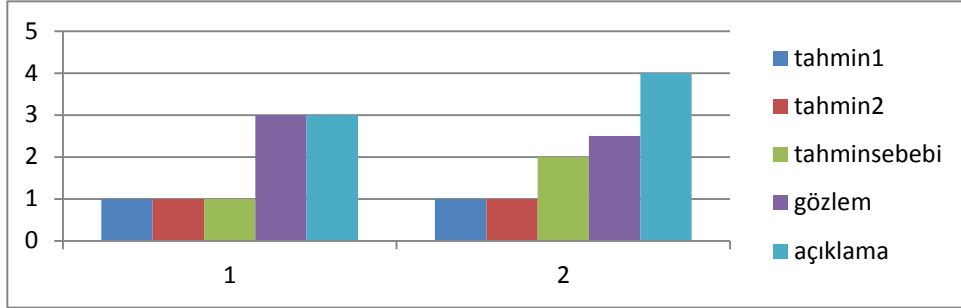
GÖZLEM (pOH)							
Doğru							
MAS						MİS	SES
10M HCl	1M HCl	0,1M HCl	0,1M NaOH	1M NaOH	10M NaOH		
15	14	13	1	0	-1		

### 3.2.2.1.8. A2 Kodlu Öğrencinin Tampon Çözelti Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 98. A2 kodlu öğrencinin tampon çözelti etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Doğru			Kısmen doğru			Doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1)pH düşecek çünkü HCl asidiktir. 2) pH daha yüksek olacak. 3) pH'da değişim yok 4) pH'da değişim yok			1: HCl asidiktir ve dolayısıyla onun çözeltisinin pH'ı düşecektir. 2: NaOH bazdır ve onun çözeltisi bazik olacaktır. 3/4:tampon çözelti pH'nın 7'de tutulmasına yardım eder. Birkaç damla HCl ve NaOH onun pH'sını değiştirmeyecek.			Üniversal indikatörün rengi+ saf su/tampon çözelti: 1/2: yeşil, 3/4: kırmızı/pembe HCl ve NaOH'tın ilave edilmesiyle oluşan renk(Ok ile 1 ve 3. Deney tüplerine HCl, 2 ve 4. Deney tüplerine NaOH eklendiğini göstermiş) 1: pembe 2:mavi 3: değişim yok 4: değişim yok			1.Deney tüpü için: HCl çözeltisinin asidik olduğunu biliyordum ( hangi renk olacağını bilmiyordum), bu nedenle doğru tahmin ettim. 2.Deney tüpü için: NaOH'tın suyun rengini değiştireceğini biliyordum bazik olduğu için ve öyle oldu.doğru tahmin ettim. 3/4. Deney tüpleri için: birkaç damla asit yada bazın eklenmesinden sonra, tampon çözeltinin rengi değişmeyecek çözeltiyi nötr tutacak. 3. Ve 4. Çözeltilerde renk değişimi olmayacak tampon çözeltiden dolayı.		

### 3.2.2.1.9. A2 Kodlu Öğrencinin Titrasyon, Kuvvetlilik ve konsantrasyon Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 43. A2 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu ve titrasyon etkinliklerinde tahmin1-tahmin2- tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları

1. Etkinlik titrasyon ile ilgilidir. Bu etkinlikte öğrenci, tahmin1, tahmin2 ve tahmin sebebi basamaklarında yanlış tahmin kategorisinde cevap vermiş, gözlem ve açıklama basamaklarında ise kısmen doğru kategorisinde cevaplar vermiştir. 2. Etkinlik olan kuvvetlilik etkinliğinde ise tahmin1 ve tahmin2 basamaklarında yanlış kategorisinde, tahmin sebebi basamağında, kavram yanlıgılı kategorisinde cevap verdiği, gözlem basamağında kısmen doğru ve kavram yanlıgılı kategorisinde gözlem yaptığı ve doğru kategorisinde cevap vermiştir.

Tablo 99. A2 kodlu öğrencinin titrasyon etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Titrasyon etkinliği ile ilgili tahmin ve tahmin sebebi

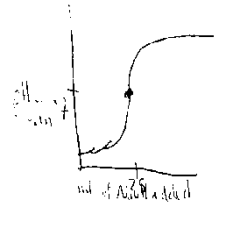
Yanlış tahmin	/yanlış çizim	/yanlış sebep
MAS	MİS SES	MAS MİS SES
Eğirinin durmadan bazık olana kadar artacağını tahmin ettim ve eş değerlik noktasına yaklaştığında (ki her bir çözeltinin 25ml'si vardır) titrasyon eğrisi hızlıca artacak		Çünkü hem HCl hem NaOH kuvvetlidir, Titrasyon eğrisinin pH'ı hızlı bir şekilde artacak eş değerlik noktasına gelindiğinde, daha sonrasında hızlı bir şekilde artacak.



Tablo 99'un devamı

/kısmen doğru gözlem /k.doğru çizim

/ doğru açıklama

MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
pH, eş değerlik noktasına yaklaşana kadar hızlı bir şekilde artmadı ve bu şekilde nötrleşmenin ardından devam etti.			Eş değerlik noktasının 7 civarında olacağını tahmin ettim (çünkü her ikisi de kuvvetlidir); fakat titrasyon eğrisi konusunda yanıldım. Eş değerlik noktasının öncesi ve sonrası haricinde eğim büyük değildi.		

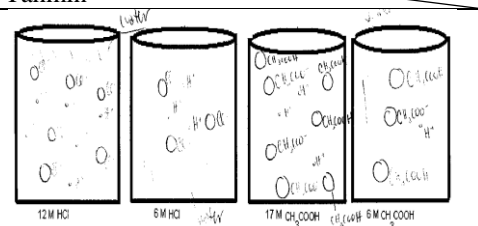
### 3.2.2.1.10. A2 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Kuvvetliliği ve Konsantrasyonu Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 100. A2 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetliliği ve konsantrasyonu etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Kuvvetlilik etkinliğiyle ilgili tahmin ve tahmin sebebi

Diğer çizim

/kısmen doğru sebep

Tahmin	Tahmin sebebi	MAS	MİS	SES
		12M HCl, 6M HCl'ten daha konsantredir (daha fazla iyon sahiptir) 17M CH <sub>3</sub> COOH, 6M CH <sub>3</sub> COOH ten daha konsantredir.	HCl'nin kuvvetli bir asit olduğunu ve çözeltide tamamıyla iyonlaşacağını biliyorum. CH <sub>3</sub> COOH'in zayıf bir asit olduğunu ve tamamıyla iyonlarına ayrışmayacağını biliyorum. Çözünen bazı tanecikleri CH <sub>3</sub> COOH'tir.	HCl CH <sub>3</sub> COOH

Yanlış sıralama

/kavram yanılgılı sebep

Gerekeç Sıralama	MAS	MİS	SES
En kuvvetli → en zayıf 12M HCl, 6M HCl, 17M CH <sub>3</sub> COOH, 6M CH <sub>3</sub> COOH.	Çünkü HCl kuvvetli bir asittir, konsantrasyonu ne olursa olsun CH <sub>3</sub> COOH'ten daha kuvvetli bir asittir. CH <sub>3</sub> COOH, zayıf bir asittir. 17M CH <sub>3</sub> COOH, 6M CH <sub>3</sub> COOH'tan daha kuvvetlidir, çünkü daha fazla çözünmüş iyonu sahiptir.	çünkü daha fazla çözülmüş iyonu sahiptir.	HCl, CH <sub>3</sub> COOH

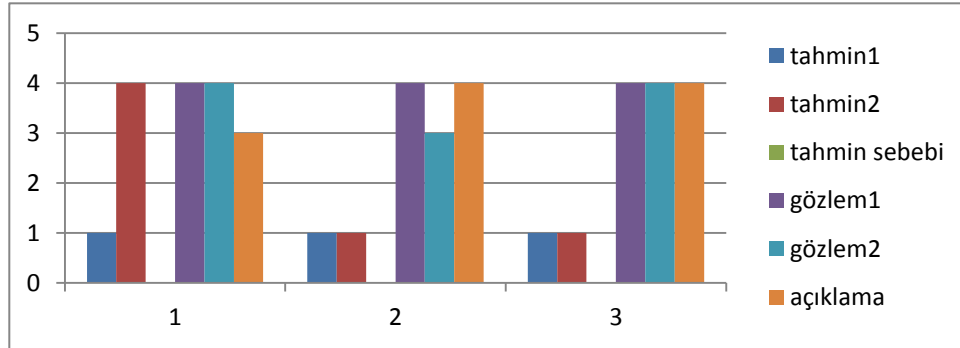
Tablo 100'ün devamı

Kısmen doğru	kısmen doğru
1.gözlem	2.gözlem

## Doğru açıklama

MAS	MİS	SES
HCl'nin konsantrasyonu ne olursa olsun suda, tamamen iyonlaşacağını biliyordum. 12M HCl, 6M HCl'den iki kat daha fazla moleküle sahip olurdu.	CH <sub>3</sub> COOH tin zayıf bir asit olduğu biliyorum ve suda çok az iyonlaşır. Bununla beraber, ben CH <sub>3</sub> COOH moleküllerinin yarısının iyonlaşacağını, diğer yarısının molekül olarak kalacağını tahmin ettim, ama bunun yerine çok azı iyonlaştı.	CH <sub>3</sub> COOH, HCl, H <sub>2</sub> O

## 3.2.2.1.11. A2 Kodlu Öğrencinin Hidroliz Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 44. A2 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1-tahmin2-tahmin sebebi- gözlem1-gözlem2 ve Açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

Şekil 44 incelendiğinde A2 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinden elde edilen bulgular görülmektedir. Bu etkinlikte öğrencinin 1. Kısımda tahmin1 basamağında yanlış kategorisinde cevap verdiği bu etkinliğin tahmin 1 aşamasında yapılan çizimler yer almaktadır. Tahmin 2 basamağında, doğru kategorisinde cevaplar verdiği, tahmin sebebi basamağında, bir sebep belirtmediği, gözlem 1, gözlem 2 basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği ve açıklama basamağında, ise kısmen doğru kategorisinde

cevaplar verdiği görülmektedir. 2. Kısımda tahmin1 ve tahmin2 basamaklarında, yanlış kategorisinde cevaplar verdiği, tahmin sebebi olarak herhangi bir ifade yazmadığı, gözlem1 basamağında doğru kategorisinde cevap verdiği, gözlem2 basamağında, kısmen doğru kategorisinde cevap verdiği, açıklama basamağında, doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 3. Kısımda, tahmin1 ve tahmin2 basamaklarında yanlış kategorisinde cevaplar verdiği, tahmin sebebi olarak herhangi bir ifade yazmadığı, gözlem1, gözlem2 ve açıklama basamaklarında ise doğru kategorisinde cevaplar vermiştir.

Tablo 101. A2 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1-tahmin2-tahmin sebebi-gözlem1-gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

1. kısım için tahmin 1 ve tahmin2

Yanlış çizim	yanlış çizim	yanlış çizim
Doğru denklem	Yanlış denklem	Yanlış denklem
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$

Gözlem basamağında kısım için

Yanlış çizim	Kısmen doğru çizim	Kısmen doğru çizim
Doğru denklem	Kısmen doğru denklem	Kısmen doğru denklem
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$	$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

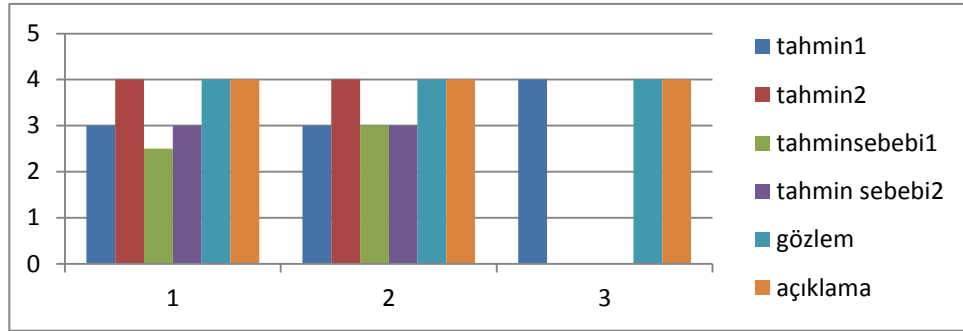
Tablo 101'in devamı

Açıklama

Doğru açıklama

1. Çizim için			2.çizim için			3. çizim için		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	S E S	M A S	MİS	S E S
Doğru tahmin				Onun iyonlaşabileceğini tahmin etmedim. Çünkü, reaksiyonun tersinin gerçekleşeceğini düşündüm.			Sodyumun su ile reaksiyona gireceğini düşündüm, fakat bunun yerine OH <sup>-</sup> grubu açığa çıkarıldı ve zayıf asit üretildi.	

### 3.2.2.1.12. A2 Kodlu Öğrencinin Asit-Baz Tanımları Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 45. A2 kodlu öğrencinin asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin 1- tahmin 2- tahmin sebebi 1- tahmin sebebi 2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

Tablo, A2 kodlu öğrencinin değişik bilim adamlarının yapmış olduğu asit-baz tanımlarıyla ilgili etkinliklere aittir. 1 no'lu etkinlik Arrhenius asit-baz tanımıyla ilgili olup bu etkinlikte öğrenci, tahmin1 ve tahmin sebebi 2 basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, tahmin2, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde, tahmin sebebi1 basamağında kısmen doğru ve kavram yanılgısı kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. Lowry-Bronsted asit-baz tanımına ait olan 2 etkinlikte tahmin1, tahmin sebebi1 ve tahmin sebebi2 basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, tahmin2, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. Lewis asit-baz tanımına ait olan 3. etkinlikte öğrenci tahmin, gözlem ve açıklama basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülürken tahmin sebebi basamağında sebep yok kısmında cevap verdiği görülmektedir.

### 3.2.2.1.12.1. A2 Kodlu Öğrencinin Arrhenius Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 102. A2 kodlu öğrencinin Arrhenius asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Kısmen doğru tahmin / Kavram yanlışlığı sebep

Fabrika temsilcileri	Görüşmeye kabul edilip edilmeyeceği ile ilgili tahmin	Tahmin sebebi		
		MAS	MİS	SES
CH <sub>3</sub> COOH	Evet			Hidrojen içerir.
HCl	Evet		Suda, H <sup>+</sup> olmuş olacak	
SO <sub>2</sub>	Hayır			Hidrojen yok
CO <sub>2</sub>	Hayır			Hidrojen yok
Ba(OH) <sub>2</sub>	Evet		Suda - OH <sup>-</sup> grubu olmuş olacak	
NaOH	Evet		Suda - OH <sup>-</sup> grup	
NH <sub>3</sub>	Hayır		OH <sup>-</sup> grubu yok	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Hayır		OH <sup>-</sup> grubu yok	

Tahmin 2 ve tahmin sebebi 2

Doğru tahmin / kısmen doğru sebep

Evet, bence su ülkesine yardım etmek için bir araya gelecekler.	MAS			MİS	SES
		Çünkü onlar su ülkesinin ihtiyacı olan şeye sahiptirler.			

GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
	Arrhenius asit ülkesindeki asitlerden protonlarını(H <sup>+</sup> iyonları), vermelerini istiyor ve Baz ülkesindeki bazlardan hidroksil grubunu(OH <sup>-</sup> ) vermelerini istiyor.		Arrhenius ile olan şey temel olarak düşündüğüm şeydi.	Arrhenius, sadece proton veren asitleri ve OH <sup>-</sup> grubu veren bazları kabul etmiştir; bunların ikisi de su ülkesine vermiştir.	

### 3.2.2.1.12.2. A2 Kodlu Öğrencinin Bronsted-Lowry Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 103. A2 kodlu öğrencinin Bronsted-Lowry asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Kısmen doğru tahmin / Kısmen doğru sebep

Fabrika temsilcileri	Görüşmeye kabul edilip edilmeyeceği ile ilgili tahmin	Tahmin sebebi		
		MAS	MİS	SES
NaOH	Evet		OH, -1 yüke sahip	
NH <sub>3</sub>	Evet		Azot -3 yüke sahip	
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Hayır		Çoktan negatif bir yüke sahip	
CH <sub>3</sub> COOH	Hayır		Bu, H <sup>+</sup> verecek olan bir asittir. Asitleri kabul etmeyecek.	
HCl	Hayır	Asitleri kabul etmeyecek		
SO <sub>2</sub>	Hayır	Asitleri kabul etmeyecek		
CO <sub>2</sub>	Hayır	Asitleri kabul etmeyecek		

doğru tahmin / kısmen doğru sebep

Sanırım, asit ülkesinin temsileri Lowry ve Bronsted'e evet diyecekler.	MAS	MİS	SES
		Çünkü asitler, ayrıca bazlardan elektron kabul edebilirler.	

GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Bütün Arrhenius kuralları uygulanır	Konjuge asit elektronları yalnızca kendi konjuge bazından alabilir. Asitler bazlara proton verir ki daha sonra o baz, o asidin konjuge bazı olur.	-		Tahminimde, Bronsted-Lowry bazlarının protonları sadece konjuge asitlerinden kabul edebileceklerinin farkına varamadım ve konjuge bazların da yine aynı şekilde onların asitlerinden.	

### 3.2.2.1.12.3. A2 Kodlu Öğrencinin Lewis Asit-Baz Tanımı Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 104. A2 kodlu öğrencinin Lewis asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Doğru			Sebep yok			doğru gözlem			doğru		
M A S	MİS	S E S	M A S	M İ S	S E S	M A S	MİS	S E S	M A S	MİS	S E S
	Sanırım, baz ülkesi kendisinin sahip olduğu elektron denen fazla paralarından bazılarını asit ülkesine verecek, en dıştaki boş orbitallerini doldurmak için.					Daha önceden imzalanan Bronsted-Lowry ve Arhenius anlaşmalarını kabul ediyor.	Lewis anlaşmasıyla birlikte, bazlar asitlere bir çift elektron verir, sonrasında asit ve baz, bu bir çift elektronu paylaşacağı koordine kovalent bağı oluşturur.			Tahminimde, baz tarafından verilen elektronun asit-baz arasında paylaşılacağını söylemedim.	

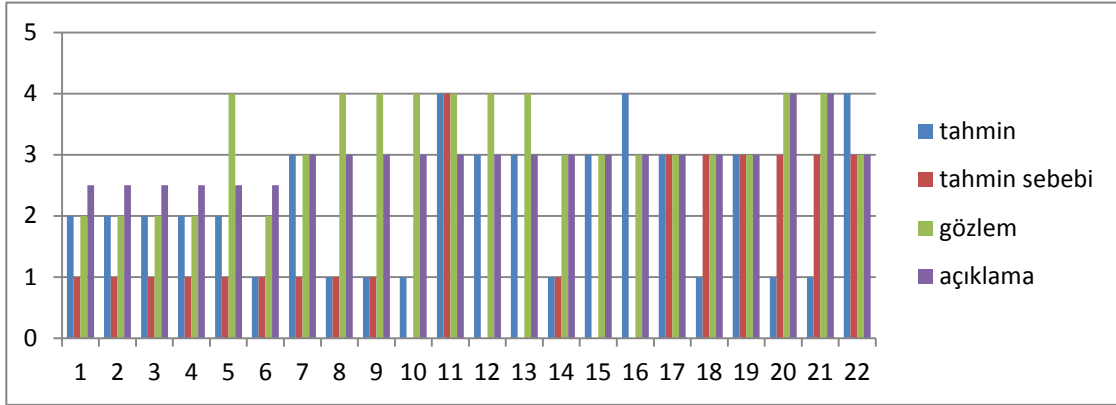
Tablo 105. A2 kodlu öğrencinin tüm etkinliklerde tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında yapmış olduğu ifadelerin doğru, kısmen doğru, kavram yanılığı, yanlış ve boş kategorilerine göre ayrılması

Öğrenci	Tahmin	Tahmin sebebi	Gözlem	Açıklama
A2	10D,9KD,9Y,2KY	8D,6KD,6Y,5B,5KY	19D,11KD,1KY	22D,1Y,4KY+KD,3KD

A2 kodlu öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı, 22 kavramdan %50'sinin MAS'da, %45,5'inin MİS'de, %4,5'inin SES'de olduğu görülürken, son kavram haritasında, %88'i MAS'da, %48'i SES'de, %8'i SES'de olduğu görülmektedir. Öğrencinin, süreçteki TGA etkinliklerinde, tahmin aşamasında, %71,3'ünün MAS'da, %28,5'inin MİS'de, %35,6'sını SES'te; tahmin aşamasında, %78,6'sının MAS'da, %42,8'sinin MİS'de, %50'sinin SES'de; gözlem aşamasında %78,5'inin MAS'da, %35,7'sinin MİS'de, %35,7'sinin SES'de; açıklama basamağında ise %92,8'inin MAS'da, %42,8'sinin MİS'de, %35,7'sinin SES'de olduğu gözlenmektedir. Öğrencinin ön ve son kavram haritasında MAS, MİS ve SES'de artış gözlenirken, süreçte ise açıklama

basamağında, Tahmin basamağına göre MAS, MİS ve SES oranlarında artış gözlenmektedir.

### 3.2.2.2. A3 Kodlu Öğrencinin TGA Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 46. A3 kodlu öğrencinin bazı etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

Şekil 46 incelendiğinde, 1–6 arasındaki deneyler asitlerin metallere etkisi etkinliği ile ilgilidir. 1., 2., 3., 4. Ve 6. deneylerde, tahmin basamağında öğrenci kavram yanlılığı kategorisinde, tahmin sebebi basamağında yanlış kategorisinde, gözlem basamağında kavram yanlılığı kategorisinde, açıklama basamağında ise kısmen doğru ve kavram yanlılığı kategorisinde cevap vermiştir. 5. Deneyde ise, tahmin basamağında, kavram yanlılığı kategorisinde, tahmin sebebi basamağında yanlış kategorisinde, gözlem basamağında, doğru kategorisinde, açıklama basamağında ise kısmen doğru ve kavram yanlılığı kategorisinde cevap verilmiştir. 7–10 arasında kalan deneyler bazların metallere etkisi etkinliği ile ilgilidir. 7. Deneyde, tahmin basamağında, kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebi basamağında yanlış kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevap vermiştir. 8. Ve 9. Deneylerde, tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında, yanlış kategorisinde cevap verdiği, gözlem basamaklarında, doğru kategorisinde cevaplar verdiği, açıklama basamaklarında ise kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 10. Deneyde, tahmin basamağında yanlış kategorisinde, tahmin sebebi basamağında, tahmin sebebi yok kategorisinde cevaplar verdiği, gözlem basamağında doğru kategorisinde, açıklama basamağında ise kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 11–16 arasında kalan deneyler indikatörler etkinliğine



aittir. 11. Deneyde tahmin, tahmin sebebi, gözlem basamaklarında doğru kategorisinde cevaplar verirken, açıklama basamağında, kısmen doğru kategorisinde cevap vermiştir. 12. Ve 13. Deneylerde, tahmin basamağında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği, tahmin sebebi basamağında, tahmin sebebi yok kategorisinde cevap verdiği, gözlem basamağında, doğru kategorisinde cevap verdiği ve açıklama basamağında ise kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 14. Deneyde tahmin ve tahmin sebebi basamağında, yanlış kategorisinde cevap verdiği, gözlem ve açıklama basamaklarında, kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. 15. Deneyde, tahmin basamağında kısmen doğru kategorisinde, tahmin sebebinde, sebep yok kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında ise kısmen doğru kategorisinde cevaplar vermiştir. 16. Deneyde, tahmin basamağında, doğru kategorisinde cevap verdiği, tahmin sebebi basamağında sebep yok kategorisinde cevaplar verdiği, gözlem ve açıklama basamaklarında ise kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. Nötrleşme etkinliğiyle ilgili olan 17. Deneyde tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar vermiştir. İletkenlik etkinliğiyle ilgili olan 18. Deneyde, öğrenci tahmin basamağında, yanlış kategorisinde, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevap verdiği görülmektedir. Asitlerin karbonatlı bileşiklere etkisi ile ilgili olan 19. Deneyde, tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. pH ve pOH ile ilgili olan 20. ve 21. Deneylerde öğrencinin, tahmin basamağında yanlış kategorisinde cevaplar verdiği, tahmin sebebi basamağında kısmen doğru kategorisinde cevap verdiği, gözlem ve açıklama basamaklarında ise doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. Tampon çözeltilerle ilgili olan 22. Deneyde tahmin basamağında, doğru kategorisinde cevap verdiği, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında ise kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir.

### 3.2.2.2.1. A3 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Metaller Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 106. A3 kodlu öğrencinin asitlerin metaller etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1 Zn + HCl	<b>KY</b>			<b>Y</b>			<b>KY</b>			<b>KD ve KY</b>		
	Buhar olası ışık	Pozitif		HCl, HNO <sub>3</sub> tan daha kuvvetlidir.		HCl, HNO <sub>3</sub>	Buhar gözlendi	Pozitif			Çinko, HNO <sub>3</sub> ile hidrojen gazı üretmedi.	
2 Zn + HNO <sub>3</sub>	<b>KY</b>			<b>Y</b>			<b>KY</b>					
	Buhar / duman	Hidrojen için pozitif		Zn, oldukça tepki verir.			Çinko, eridi	negatif				
3 Al + HCl	<b>KY</b>			<b>Y</b>			<b>KY</b>					
	Çokça buhar, muhtemelen ışık/ ateş	Pozitif		HCl, HNO <sub>3</sub> tan daha kuvvetlidir.		HCl, HNO <sub>3</sub>	Çözelti genleşti/genişledi	pozitif			Alüminyum buhar oluşturmanın tersine genleşti/genişledi.	
4 Al + HNO <sub>3</sub>	<b>KY</b>			<b>Y</b>			<b>KY</b>					
	Çokça duman/ buhar	Hidrojen için pozitif		Al, çok reaktiftir.			Madde genleşti/genişledi.	pozitif			Alüminyum buhar oluşturmanın tersine genleşti/genişledi.	
5 Cu + HCl	<b>KY</b>						<b>D</b>					
	Küçük ya da hiç görünür reaksiyon, belki buhar		Hidrojeni n az bir miktarı, HNO <sub>3</sub> ile olandan daha fazladır	HCl, HNO <sub>3</sub> tan daha kuvvetlidir.		HCl, HNO <sub>3</sub>	Reaksiyon yok	Negatif			Bakır, hiçbir reaksiyonda hidrojen üretmedi.	
6 Cu + HNO <sub>3</sub>	<b>Y</b>			<b>Y</b>			<b>KY</b>					
	Görünür bir reaksiyon yok	Hiç yada çok az bir miktar hidrojen bulunur		Nitrik asit zayıf bir asittir ve bakır çok reaktif değildir.			Bakır eridi	Negatif			Bakır her iki zamanda da hidrojen üretmedi.	

### 3.2.2.2.2. A3 Kodlu Öğrencinin Bazların Metaller Etkisi Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 107. A3 kodlu öğrencinin bazların metaller etkisi etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları ve anlama seviyeleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1 Zn + NaOH	<b>KD</b>			<b>Y</b>			<b>KD</b>				<b>KD</b>	
	Reaksiyon sergilenmektedir.	Negatif		HNO <sub>3</sub> ile reaksiyona girdiği gibi reaksiyona girer.			Gaz üretildi	Pozitif			-	NH <sub>3</sub>
2 Zn + NH <sub>3</sub>	<b>Y</b>			<b>Y</b>			<b>D</b>					
	Reaksiyon	Pozitif				Oksijen bulundurmuyor	Reaksiyon yok	Hidrojen yok			Çinkonun NH <sub>3</sub> ile hidrojen üreteceğini düşündüm.	
3 Cu + NaOH	<b>Y</b>			<b>Y</b>			<b>D</b>					
	Reaksiyon	Negatif		HNO <sub>3</sub> ve HCl ile reaksiyona girdiği gibi reaksiyona girer.		HNO <sub>3</sub> ve HCl	Reaksiyon yok	Hidrojen yok			Her iki zamanda da bakır ile reaksiyon vereceğini düşündüm.	NH <sub>3</sub>
4 Cu + NH <sub>3</sub>	<b>Y</b>			<b>Yok</b>			<b>D</b>					
	Reaksiyon	Negatif		Asla sahip değil			Reaksiyon yok	Reaksiyon yok				

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: boş  
MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik Seviye; SES: Sembolik Seviye

### 3.2.2.2.3. A3 Kodlu Öğrencinin İndikatörler Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 108. A3 kodlu öğrencinin indikatörler etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

	TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
1 Limon suyu	<b>D</b>			<b>D</b>			<b>D</b>					
	R	A		Sitrik asit			Kırmızı	Asit				
2 Kabartma tozu	<b>KD</b>			<b>SY</b>						<b>KD</b>		
	Mavi	B		Kabartma tozu bazdır.			Mavi	B				
3 Çamaşır suyu	<b>KD</b>			<b>SY</b>								
	Mavi	B		Baz			Yeşil	Baz			Çamaşır suyu sarı-yeşildi	
4 Sofra tuzu	<b>D</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>		
	Mor (aynı)	N		Çözelti nötrdür.			Değişim yok	Nötr			Sofra tuzu nötrdü.	
5 Sabunlu Su	<b>KD</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>			<b>KD</b>		
	Mavi	Baz		Tahmin			Yeşil	Baz			Sabun yeşildi	
6 Sirke	<b>D</b>			<b>SY</b>			<b>D</b>					
	Kır.	A		Asidik			Kırmızı	Asit				

D: Doğru; KD: Kısmen Doğru; KY: Kavram Yanılgısı; Y: Yanlış; B: boş  
MAS: Makroskobik Seviye; MİS: Mikroskobik Seviye; SES: Sembolik Seviye

### 3.2.2.2.4. A3 Kodlu Öğrencinin Nötrleşme Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 109. A3 kodlu öğrencinin nötrleşme etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Rengi kırmızı bir renge çevirecek.			Hidroklorik asit kuvvetli bir asit, bu nedenle indikatör bunu gösterecek.			Kırmızımsı maviye dönüştü, ikisinin karışımına			Onun sadece kırmızı olacağını düşündüm.		

### 3.2.2.2.5. A3 Kodlu Öğrencinin Elektriksel İletkenlik Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 110. A3 kodlu öğrencinin elektriksel iletkenlik etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Yanlış			Kısmen doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Sanırım, asit daha bazik olur, çözelti elektriği daha iyi iletir.			Çözeltinin ne zaman değiştiğini görmek için fenolftalein kullanırız. Tuzlu su baziktir ve saf su elektriği iletmezken, o elektriği iletir.			Sadece asit varken lamba yanar, nötr olduğu zaman söner, kuvvetli bazik olduğu zaman ise lamba tekrar yanar.			Düşündüm ki, lâmba sadece kuvvetli bazik olduğunda yanacak.		

### 3.2.2.2.6. A3 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Karbonatlı Bileşiklere Etkisi (AKBE) Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 111. A3 kodlu öğrencinin AKBE etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Evet. İnanıyorum ki bir reaksiyon olacaktır.			Biz baz bir asit ile reaksiyona girecektir.			Kabarcıklar, genişlemeler			Hiç		

### 3.2.2.2.7. A3 Kodlu Öğrencinin pH ve pOH Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 112. A3 kodlu öğrencinin pH ve pOH etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Tahmin			Tahmin sebebi			Açıklama		
Yanlış			Kısmen doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
		En düşük 0,1M HCl 1M HCl 10M HCl 0,1M NaOH 1M NaOH 10M NaOH En yüksek	HCl asidiktir. HCl'nin M'si ne kadar fazlaysa, o kadar asidik olacaktır, pH için.			Hemen hemen hepsi. HCl'nin yüksek konsantrasyonları, düşük pH'a, yüksek pOH'a sahiptir. NaOH'ın düşük konsantrasyonları düşük pH'a, yüksek pOH'a sahiptir.		

Gözlem (pH)							
Doğru							
MAS						MİS	SES
10M HCl	1M HCl	0,1M HCl	0,1M NaOH	1M NaOH	10 M NaOH		
-1	0	1	13	14	15		

Tablo 112'nin devamı

Tahmin			Tahmin sebebi			Açıklama		
yanlış			Kısmen doğru			Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
		En düşük 10M HCl 1M HCl 0,1M HCl 0,1M NaOH 1M NaOH 10M NaOH ↓ En yüksek	pOH konsantrasyonu n ölçülmesidir, bu nedenle M ne kadar fazla ise, en yüksek oranı alacaktır.			Hemen hemen hepsi. HCl'nin yüksek konsantrasyonları, düşük pH'a, yüksek pOH'a sahiptir. NaOH'ın düşük konsantrasyonları düşük pH'a, yüksek pOH'a sahiptir.		

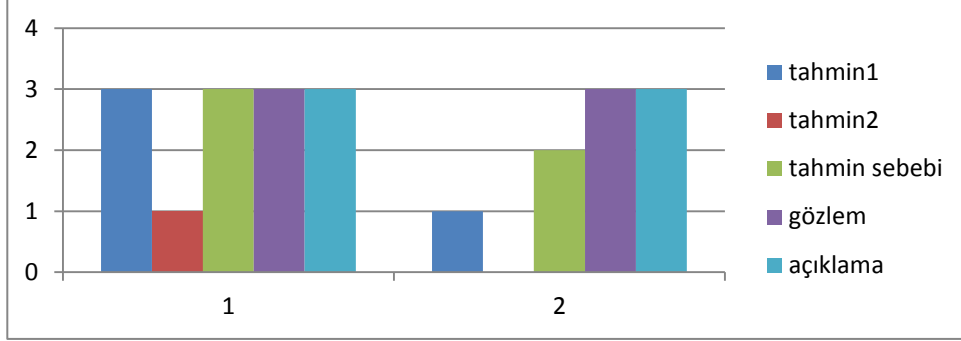
Gözlem (pOH)							
Doğru							
MAS						MİS	SES
10M HCl	1M HCl	0,1M HCl	0,1M NaOH	1M NaOH	10M NaOH		
15	14	13	1	0	—1		

### 3.2.2.2.8. A3 Kodlu Öğrencinin Tampon Çözelti Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 113. A3 kodlu öğrencinin tampon çözelti etkinliğinde tahmin-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Su+ HCl- renk kırmızı/turuncuya değişir Su+KOH- renk maviye dönüşür. Tampon çözelti- her bir çözeltide renk değişimi yok.			Su nötrdür, fakat içine yerleştirilen maddeye göre değişir, tampon çözeltinin pH'sı değişmez.			Tampon çözelti kırmızı başladı. Su + HCl aside dönüştü- renk kırmızı. Su+ KOH- koyu mavi renge dönüştü. Tampon çözelti- değişim yok			Hiç		

### 3.2.2.2.9. A3 Kodlu Öğrencinin Titrasyon ve Kuvvetlilik Etkinliklerinden Elde Edilen Bulgular





Şekil 47. A3 kodlu öğrencinin titrasyon ve kuvvetlilik etkinliğinde tahmin1-tahmin2-tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

Şekil 47 incelendiğinde Titrasyon etkinliği ile ilgili olan ilk deneyde tahmin1 basamağında öğrenci, kısmen doğru kategorisinde, tahmin2 basamağında yanlış kategorisinde, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar vermiştir. Kuvvetlilik etkinliği ile ilgili olan 2 deneyde tahmin1 basamağında yanlış kategorisinde, tahmin2 basamağında sebep yok kategorisinde, tahmin sebebi basamağında kavram yanılgısı kategorisinde, gözlem ve açıklama basamaklarında ise kısmen doğru kategorisinde cevap vermiştir.



### 3.2.2.2.10. A3 Kodlu Öğrencinin Titrasyon Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 114. A3 kodlu öğrencinin titrasyon etkinliğinde tahmin1-tahmin2- tahmin sebebi- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

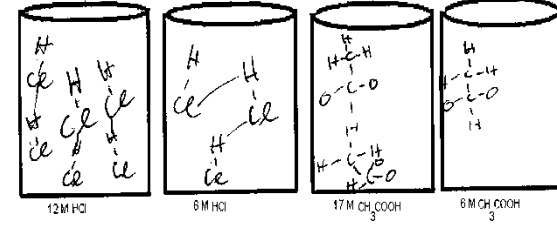
TAHMİN1	TAHMİN2		TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen Doğru	Yanlış çizim		Kısmen doğru			Kısmen doğru			Kısmen doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Çözelti nötr olacak sonrasında ise çok bazik.			Asit ve bazın eşit konsantrasyonları olduğu için, 25 ml of NaOH, 25 ml HCl'yi nötrleştirmek için yeterlidir ve 50 ml onu daha çok bazik yapacaktır.		HCl, NaOH				pH seviyesi 13'te sonlanıyor.		

### 3.2.2.2.11. A3 Kodlu Öğrencinin Asitlerin Kuvvetliliği ve Konsantrasyonu Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 115. A3 kodlu öğrencinin asitlerin kuvvetlilik ve konsantrasyonları etkinliğinde tahmin1-tahmin2- tahmin sebebi- gözlem ve Açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Yanlış çizim

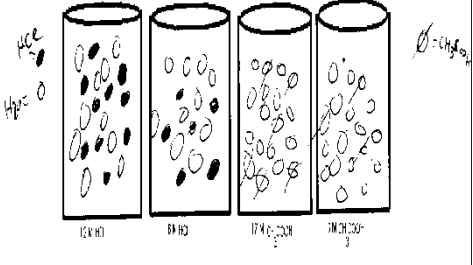
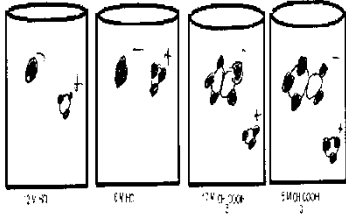
/kavram yanlışlığı sebep

Tahmin sebebi Tahmin	MAS	MİS	SES
	Her bir çözeltideki M ne kadar fazlaysa, o kadar asidiktir.	Bir şekilde pH ölçüldüğünde çok fazla hidrojen iyonu vardır, bu nedenle ondan çok fazla vardır.	

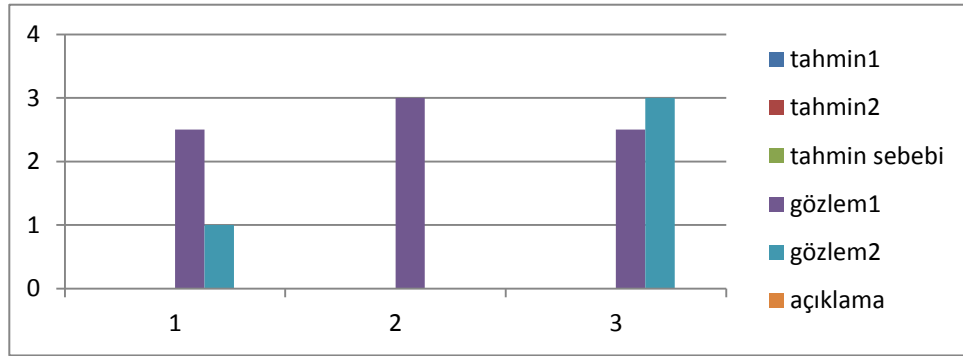
Tablo 115'in devamı

Tahmin yok / kavram yanılılı sebep

Sıralama	Gerekçe	MAS	MİS	SES
B3		Çok fazla M varsa, orada kuvvetli asit vardır.	Çünkü çok fazla hidrojen iyonu vardır.	

1.gözlem	2.gözlem	Açıklama
Kısmen doğru	Kısmen doğru	Kısmen doğru
MİS	MİS	MİS
		Birçok- kuvvetli asit çok fazla iyonlaşandır.

### 3.2.2.2.12. A3 Kodlu Öğrencinin Hidroliz Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

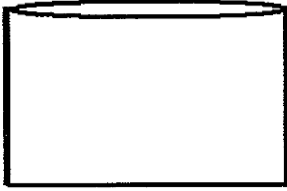
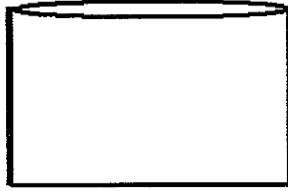
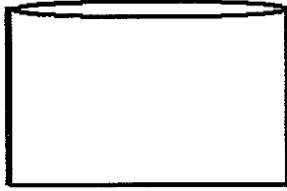


Şekil 48. A3 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1-tahmin2- tahmin sebebi- gözlem1-gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

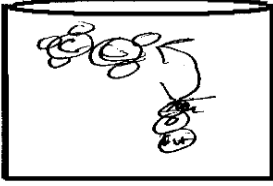
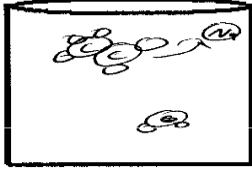
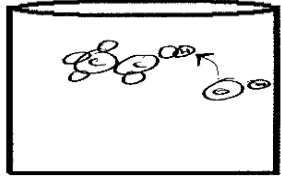
Şekil 48 incelendiğinde, öğrencinin hidroliz etkinliğindeki 1. Kısımda tahmin1, tahmin2 ve tahmin sebebi basamaklarında hiçbir ifade kullanmadığı, gözlem1 basamağında kısmen doğru ve kavram yanılılı kategorisinde cevap verdiği ve açıklama basamağında ise herhangi bir açıklama yapmadığı görülmektedir. 2. Kısımda, tahmin1, tahmin2, tahmin sebebi, gözlem2 ve açıklama basamaklarında herhangi bir ifade kullanmadığı sadece

gözlem1 basamağında kısmen doğru kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. 3. Kısımda, tahmin1, tahmin2, tahmin sebebi ve açıklama basamaklarında herhangi bir açıklama yapmadığı, gözlem1 basamağında kısmen doğru ve kavram yanlışlığı kategorisinde, gözlem2 basamağında kısmen doğru kategorisinde cevap verdiği görülmektedir.

Tablo 116. A3 kodlu öğrencinin hidroliz etkinliğinde tahmin1-tahmin2- tahmin sebebi-gözlem1-gözlem2 ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri, MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

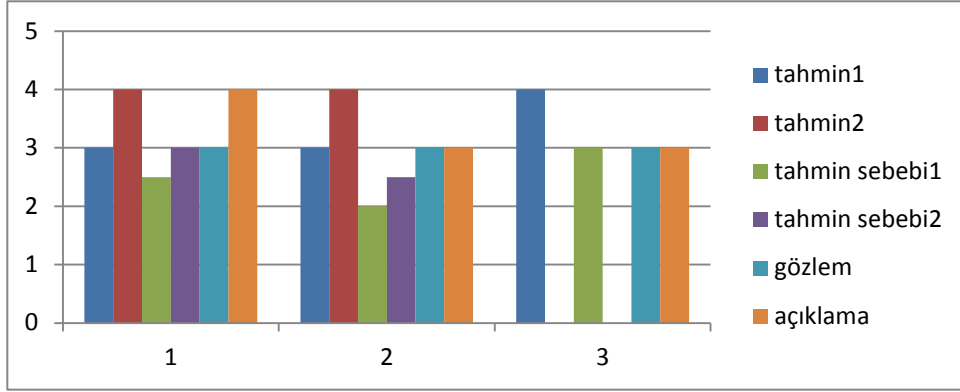
TGA BS	Hidroliz1	Hidroliz2	Hidroliz3
T1	 Çizim yok	 Çizim yok	 Çizim yok
T2	Denklem yok	— Denklem yok	— Denklem yok
TS	.sebeup yok	— sebeup yok	— sebeup yok

#### Gözlem basamağı

TGA BS	Hidroliz1	Hidroliz2	Hidroliz3
G1	 Kısmen doğru çizim	 Kısmen doğru çizim	 Kısmen doğru çizim
G2	Denklem yok	Denklem yok	Kısmen doğru denklem $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

Açıklama		
MAS	MİS	SES
Hemen hemen her şey doğru		

### 3.2.2.2.13. A3 Kodlu Öğrencinin Asit-Baz Tanımları Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular



Şekil 49. A3 kodlu öğrencinin asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyeleri

Şekil 49, değişik bilim adamlarına göre yapılan asit-bazların tanımlarına ait etkinliklerden elde edilen bulgulara aittir. Arrhenius asit-baz tanımına ait olan 1. etkinlikte, A3 kodlu öğrencinin, tahmin1, tahmin sebebi2 ve gözlem basamaklarında kısmen doğru kategorisinde, tahmin2 ve açıklama basamaklarında doğru, tahmin sebebi1 basamağında kısmen doğru ve kavram yanılması kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Lowry-Bronsted asit-baz tanımına ait olan 2. etkinlikte, tahmin1, tahmin sebebi2, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği, tahmin2 basamağında doğru, tahmin sebebi1 basamağında kısmen doğru ve kavram yanılması kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. Lewis, asit-baz tanımına ait olan 3. etkinlikte tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir.

### 3.2.2.2.13.1. A3 Kodlu Öğrencinin Arrhenius Asit-Baz Tanımları Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 117. A3 kodlu öğrencinin Arrhenius asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Kısmen doğru tahmin /kısmen doğru ve kavram yanlışlığı sebep

Fabrika temsilcileri	Görüşmeye kabul edilip edilmeyeceği ile ilgili tahmin	Tahmin sebebi		
		MAS	MİS	SES
CH <sub>3</sub> COOH	Evet		Asit proton üretir	
HCl	Evet		Asit proton üretir	
SO <sub>2</sub>	Hayır		Baz- proton üretmez ya da H'a sahip değil	
CO <sub>2</sub>	Hayır		Baz- proton üretmez ya da H'a sahip değil	
Ba(OH) <sub>2</sub>	Evet		H- hidroksite sahip	
NaOH	Evet		H- hidroksite sahip	
NH <sub>3</sub>	Evet		H- hidroksite sahip	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Hayır		Proton ya da H yok	

tahmin2/ tahmin sebebi2

Doğru tahmin/ kısmen doğru sebep

Evet	MAS	MİS	SES
	Çünkü onların fabrika çıktılarını/ihracatlarını harcama yolları yoktur.		

GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen Doğru			Kısmen Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Asit ve baz tanımı sadece suyu içerdi.		SO <sub>2</sub> ve CO <sub>2</sub> reddedildi, H yok. NaOH ve Ba(OH) <sub>2</sub> kabul edildi. CH <sub>3</sub> COOH, HCl kabul edildi.			Düşündüm ki SO <sub>2</sub> ve CO <sub>2</sub> bazdırlar, ve NH <sub>3</sub> 'ın kabul edilebileceğine inandım. Başka türlü söylediklerim iyidir.

### 3.2.2.2.13.2. A3Kodlu Öğrencinin Bronsted-Lowry Asit-Baz Tanımları Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 118. A3 kodlu öğrencinin Lowry-Bronsted asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

Kısmen doğru tahmin / kavram yanlışlığı sebep

Fabrika temsilcileri	Görüşmeye kabul edilip edilmeyeceği ile ilgili tahmin	Tahmin sebebi		
		MAS	MİS	SES
NaOH	Evet			Hidroksite sahip
NH <sub>3</sub>	Hayır			Hidroksit yok
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Hayır		Hepsi fazla protona sahip	
CH <sub>3</sub> COOH	Evet			Hidroksite sahip
HCl	Evet	Asidiktir.	Ve elektrona ihtiyaçları var.	
SO <sub>2</sub>	Hayır			Hidroksit yok
CO <sub>2</sub>	Hayır			Hidroksit yok

Doğru tahmin / kısmen doğru ve kavram yanlışlığı sebep

Evete	MAS	MİS	SES
		Proton üretildiği için onlar elektronlarını dengelemek isteyeceklerdir.	

GÖZLEM			AÇIKLAMA		
Kısmen Doğru			Kısmen Doğru		
MAS	MİS	SES	MAS	MİS	SES
Bütün asitler toplantıya geldi	Sadece asetik asit asetata proton verdi, sadece konjugeler proton ve elektronlar alırlar	Sadece proton içeren asitleri ya da hidroksit içeren bazları kabul etmesi zorunlu değil.	Hepsi verebilir ve hepsi alabilir, fakat yalnızca konjugeleriyle		

### 3.2.2.2.13.3. A3 Kodlu Öğrencinin Lewis Asit-Baz Tanımları Etkinliğinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 119. A3 kodlu öğrencinin Lewis asit-baz tanımı etkinliğinde tahmin1- tahmin2- tahmin sebebi1- tahmin sebebi2- gözlem ve açıklama basamaklarındaki cevapları, anlama seviyeleri ve MAS, MİS ve SES'deki gösterimleri

TAHMİN			TAHMİN SEBEBİ			GÖZLEM			AÇIKLAMA			
Doğru			Kısmen doğru			kısmen doğru gözlem			Kısmen doğru			
MAS	M İ S	S E S	M A S	MİS		S E S	M A S	MİS	S E S	MAS	M İ S	S E S
Evet				Elektronlar asit ülkesinde orbitallere konulur baz ülkesinde zorunlu olmaksızın.				Asitler elektron çifti verir, bazlar elektron çifti kabul eder		Hiç		

Tablo 120. A3 kodlu öğrencinin tüm etkinliklerde tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında yapmış olduğu ifadelerin doğru, kısmen doğru, kavram yanlışlığı, yanlış ve boş kategorilerine göre ayrılması

Öğrenci	Tahmin	Tahmin sebebi	Gözlem	Açıklama
A3	5KY,9Y,4D,9KD,3B	11Y,9B,3D,7KD	7KY,14KD,9D	18KD,3D,6KY+KD,3B

A3 kodlu öğrencinin, ön kavram haritasında kullandığı 10 kavramın %100'ünün MAS'da, son kavram haritasında kullanılan 15 kavramın % 93,3'ünün MAS'da, %13,4'ünün MİS'de olduğu görülmektedir. Süreçte TGA etkinliklerine bakıldığı zaman, tahmin basamağında, %71,4'ünün MAS'da, %7,1'inin MİS'de, %14,2'sinin SES'de; tahmin sebebi basamağında %78,4'inin MAS'da, %28,5'inin MİS'de, %28,5'inin SES'de; gözlem basamağında, %71,4'ünün MAS, %35,7'sinin MİS'de, %21,4'ünün SES'de; açıklama basamağında, %85,7'sinin MAS'da, %7,1'inin MİS'de, %14,3'ünün SES'te olduğu gözlenmektedir. Bu öğrencinin, tahmin ve açıklama basamaklarında MİS ve SES'de bir gelişme göstermediği gözlenmektedir. Ön ve son kavram haritasında birbirine bağlılık değerine bakıldığı zaman, bu öğrencinin anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmediği ortaya çıkmıştır. Bu açıdan, bakıldığı zaman, öğrencinin sadece MAS'da ilerleme olduğu gözlenmektedir.

Bu bölümde her iki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin KİT, KH, çizimler, çizimlerle ilgili mülakatları ve TGA etkinliklerinden elde edilen bulgular sergilenmiştir. Bundan sonraki bölümde, bu bulgular göz önünde bulundurularak ilgili literatüre ile tartışma yapılacaktır.

## 4. TARTIŞMA

Bu çalışma, ortaöğretim programında yer alan asit-baz kimyasının anlaşılmasına yönelik hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarında nasıl bir gelişim ve değişim meydana getirdiğinin belirlenmesi için planlanmıştır. Bu bölümde araştırmanın alt problemleri bağlamında bulgular, gerekli noktalarda kavramlar ayrı ayrı ve detaylı olarak alt başlıklar halinde, literatürde yapılan çalışmaların sonuçları da dikkate alınarak tartışılmıştır. Tartışma yapılırken Türkiye ve ABD’de elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesi yolu izlenmiştir.

Bu bölüm, a) birinci ve üçüncü alt problemin çözümüne yönelik tartışma ve b) ikinci alt problemin çözümüne yönelik tartışma olmak üzere iki başlık altında toplanmıştır.

### 4.1. Araştırmanın Birinci ve Üçüncü Alt Problemlerine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu başlık altında, “Lise öğrencilerinin bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinden önce asit-baz kavramlarıyla ilgili sahip oldukları anlama düzeyleri ve yanılgıları nelerdir?” şeklinde ifade edilen araştırmanın birinci alt problemi ve “Lise öğrencilerinin uygulamadan sonra sahip oldukları asit-baz kavramlarıyla ilgili anlama düzeyleri ve yanılgıları nelerdir?” şeklinde ifade edilen üçüncü alt probleminden elde edilen bulgular ışığında tartışılmıştır. Bulguların daha kolay yorumlanması için, tartışmalar kavram bazında gerçekleştirilmiştir. Uygulamadan önce ve uygulama bittikten sonra KİT, KH, çizimler ve çizimlerin mülakatlarından elde edilen bulgular her bir kavram için ayrı ayrı özetlenmiştir.

#### 4.1.1. Asit-Baz Kavramlarına Yönelik Tartışma

Asit ve baz kavramıyla ilgili bulgular, KİT, KH, çizimler ve çizimlerle ilgili mülakatlardan elde edilmiştir. Bundan dolayı, bu veri toplama araçlarından elde edilen bulgular bu kısımda özetlenmiş ve literatür ile ilişkilendirilerek tartışılmıştır.

Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin asit kavramıyla ilgili bulguları KİT bağlamında incelendiğinde öğrencilerin asit kavramıyla ilgili son KİT’te ön KİT’e



göre daha fazla cevap kelime verdikleri ve daha çok anahtar kavram ile bağlantı kurdukları görülmektedir (Tablo 12; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18). KİT’te analiz için kullanılan tekniklerden birisi, her bir anahtar kavrama verilen cevap kelime sayısını saymaktır (Shavelson, 1974). Öğrencilerin ön ve son KİT’leri arasında anahtar kavramlara verilen cevap kelimeleri açısından farklı olması beklenmektedir. Diğer bir ifadeyle, öğrencilerin son KİT’te daha fazla cevap kelime yazması istenen bir durumdur (Bahar ve Tongaç, 2009; Nakiboğlu, 2008). Ayrıca, son KİT’te yapılan kavram yanlışlarının ön KİT’e göre daha az olduğu gözlenmektedir. “Baz” anahtar kavramı için, öğrencilerin ön ve son KİT’te verdikleri cevap kelime sayılarına, kesme noktalarından ortaya çıkan zihin haritalarına bakıldığı zaman (Tablo 12; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18 ) öğrencilerin son KİT’te baz kavramıyla ilgili daha çok anahtar kavram ile bağlantı yaptığı ve bazlarla ilgili daha çok örnek verdiği anlaşılmaktadır. Bu durum, çalışmada kullanılan bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarında olumlu etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin asit ve baz kavramıyla ilgili bulguları KİT bağlamında incelendiğinde, öğrencilerin asit ve baz kavramıyla ilgili son KİT’te ön KİT’e göre daha fazla cevap kelime verdikleri ve daha çok anahtar kavram ile bağlantı kurdukları görülmektedir (Tablo 13; Şekil 19; Şekil 22; Şekil 25). Öğrencilerin, ön KİT’te Şekil 22’de yer alan zihin haritalarına bakıldığı zaman, verdikleri cevap kelimelerinde asitlerle ilgili “yakıcı, aşındırıcı” kavram yanlışlarına sahip oldukları görülürken, son KİT’te Şekil 25’te ortaya çıkan zihin haritalarına bakıldığı zaman “aşındırıcı” cevap kelimesinin ortaya çıktığı ve öğrencilerin ön KİT’te yer alan bu kavram yanlışlarının değişmediği gözlenmektedir. Öğrencilerin son KİT’ten elde edilen zihin haritalarında, ön KİT’ten elde edilen zihin haritalarına oranla daha az kavram yanlışlı cevaplar vermelerine rağmen, bazı yanlışlarının uygulanan etkinlikler sonrasında da ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Öğrencilerde kavram yanlışlarının devam etmesi istenen bir durum değildir, ancak yapılan çalışmalarda kavram yanlışlarının değişime dirençli olduğu ifade edilmektedir (Westbrook ve Marek, 1991; Ayas ve Demirbaş, 1997; Çalık, 2006; Ünal, 2007 ).

Özetle, her iki örneklem grubundaki öğrencilerin, son KİT’te ön KİT’e göre daha fazla sayıda cevap kelime yazdıkları anlaşılmaktadır. Türkiye’deki öğrencilerde, ön KİT’te asit ve baz kavramları arasında fark fazlayken, son KİT’te bu fark daha azdır. ABD’li öğrencilerin asit ve baz kavramları arasındaki fark ise aynıdır. Genel olarak, her iki

örneklem grubundaki öğrencilerin, KİT’de asit ve baz kavramlarında verilen cevap kelimelere bakıldığı zaman son zihin haritalarında daha fazla sayıda cevap kelime yazdıkları görülmektedir. Bu, durum, öğrencilerin asit kavramına, baz kavramından daha aşına oldukları ile açıklanabilmektedir. Öğrencilerin asit kavramına baz kavramından daha fazla aşına olmalarının nedeni, asidik maddelerin adlandırılmasında asit kelimesinin geçmesine rağmen (örneğin, sitrik asit, asetik asit gibi) baz kavramı için böyle bir durumun söz konusu olmaması olabilir. Cross ve diğerleri (1986)’nin, Fransa’da üniversite birinci sınıf öğrencileriyle yaptıkları bir çalışmada, öğrencilerin bazıları asitler kadar kolay isimlendiremediklerinden dolayı sahip oldukları baz kavramının asit kavramından daha az geliştiği şeklinde yorumlamışlardır. Bu sonuç, bu çalışmada bulunan sonuç ile paralellik göstermektedir. Ayrıca, Shapperd (1997), lise öğrencileriyle yaptığı çalışmada, öğrencilere asit kelimesi ile ilgili akıllarına ne geliyor şeklinde sorduğu ve sözel olarak yaptığı KİT’te öğrencilerin asit kavramına baz kavramından daha fazla sayıda kelime ile cevap verdiğini, öğrencilerin baz kavramına daha az aşına olduklarını rapor etmiştir ki bu sonuç da, bizim yaptığımız çalışmanın ön sonuçları ile uyum içindedir. Son KİT’teki sonuçlara bakıldığı zaman, her iki kavram için de bir ilerleme olduğu gözlenmektedir. Bu bulgular, Hindistan’da lise öğrencileriyle yaptıkları çalışmada, öğrencilerin baz kavramını da en az asitler kadar bildiklerini rapor eden Vidyapati ve Seetharamappa (1995)’nin çalışma sonuçlarıyla zıtlık göstermektedir.

Öğrencilerin ön ve son KİT’te verdikleri cevap kelimelerinden ortaya çıkan kavram yanlışlarına bakıldığı zaman, Türkiye’deki öğrencilerin ön KİT’te “zararlı, yakıcı, korkunç, pis”, son KİT’te “yakıcı” kavram yanlışlarına sahip oldukları görülürken, ABD’li öğrencilerin, ön KİT’te asit kavramıyla ilgili “yakıcı ve aşındırıcı”, son KİT’te “aşındırıcı” gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. Öğrencilerin, bu şekilde bir kavram yanlışlığına sahip olmasının nedeni, bazı asitlerin zararlı oldukları ile ilgili geçmiş yaşantılarından edindikleri deneyimler, TV ve medyadan duydukları haberler olabilir. İlgili literatür incelendiğinde, bu çalışmada asitler için kullanılan “yakıcı” ifadesinin Hand (1998) ve Ross ve Munby (1991), tarafından yapılan çalışmalarda “yakan maddeler asittir” kavram yanlışlığıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Yine aynı şekilde, çalışmada kullanılan “zararlı” kavram yanlışlığının, Demircioğlu ve Özmen (2003) ve Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu (2005), lise öğrencileriyle yaptıkları çalışmada “Asitler her türlü şeyi yakar ve eritirler” ve “Tüm asitler ve bazlar zararlı ve zehirlidir” kavram yanlışlarıyla paralel sonuçlar gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Kavram haritası analizinin ikinci kısmında öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yazdıkları önermeler incelendiğinde öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Tablo 29’da T6 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında kullanmış oldukları önermelere bakıldığı zaman, ön kavram haritasında asit kavramıyla ilgili “Asit kızartır”, son kavram haritasında ise “asit tahriş edicidir” kavram yanlışına sahip olduğu görülmektedir. Aynı şekilde T7 kodlu öğrencinin (Tablo 30) de ön kavram haritasında asitler için “tahriş eder” kavram yanlışına sahip olduğu görülmektedir. Öğrencinin sahip olduğu “asitler kızartır” kavram yanlışısı dersanelerde öğretilen “asitler kızartır, bazlar morartır” ifadesinden kaynaklanmış olabilir. Bu öğrenci, son kavram haritasında, ön kavram haritasında kullandığı kavram yanlışlı ifadeyi kullanmamıştır. A2 kodlu öğrencinin ön kavram haritasında (Tablo 46), “asitler korozyona neden olur ve temas ettiği her şeye zarar verir” ve “asitler bana kolaylıkla aşınan ince sıvıları düşündürüyor” kavram yanlışlarına sahip olduğu görülürken son kavram haritasında kavram yanlışına rastlanmamıştır. A3 kodlu öğrencinin son kavram haritasında (Tablo 48), “Asitler aşındırıcıdır”, “Bazlar mideye alınırsa zararlıdır” gibi kavram yanlışlarına sahip olduğu görülmektedir. Öğrencilerin sahip oldukları “asitler bana ince sıvıları düşündürüyor” ifadesi, genel olarak günlük hayatta kullanılan kola ya da gazoz gibi gazlı içeceklerin ve okullarda kullanılan HCl, asetik asit gibi çözeltilerin sıvı olmasından kaynaklanabilir. Ortaya çıkan bu sonuç, Hand (1998) ve Ross ve Munby (1991)’nin yaptığı çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca, bu çalışmada ortaya çıkan “asitler tahriş eder”, “asitler temas ettiği her şeye zarar verir”, “çabucak aşınır” gibi kavram yanlışları literatürdeki Demircioğlu ve Özmen (2003), Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu (2005) ve Hand (1998)’in çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Türkiye’deki öğrencilerin son çizimleriyle ilgili yapılan mülakatlardan elde edilen bulgulara bakıldığı zaman (Tablo 52 ), son durumda, öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Son çizim mülakatlarında öğrencilere sorulan “kendinizi küçük bir insan olarak hayal edip kuvvetli ve zayıf bir asit içerisinde dolaşınca ne görmeyi beklersiniz ?” sorusuna T1 kodlu öğrencinin “ölürüm ben”, T4 kodlu öğrencinin “asit beni eritir”, T5 kodlu öğrencinin “ yandım gitti” gibi ifadeler verdiği anlaşılmaktadır. ABD’deki öğrencilerin son çizimlerinden elde edilen mülakat bulgularına bakıldığı zaman (Tablo 57), A2 kodlu öğrencinin “asit vücudumu aşındırır. Eğer parmağıma asit değerse yanar ve hücrelerimi öldürür diye hissediyorum” şeklinde ifade ederek kavram yanlışına sahip olduğunu göstermektedir ki öğrencinin sahip olduğu bu yanlış Türkiye’deki örneklem

grubunda yer alan öğrencilerin sahip oldukları yanılığ ile benzerlik göstermektedir. Çalışmanın bu bulgusu literatürdeki, Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein (1986), lise öğrencileriyle yaptıkları çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir. Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein (1986), yaptıkları çalışmada, lise öğrencilere bir Cu atomunun kırılğan veya kahve renkli olup olmadıklarına ilişkin sorular sormuşlardır. Öğrencilerin Cu atomunun kırılğan ve kahve renkli olacağı şeklinde cevap vermeleri öğrencilerin makroskobik boyutta gerçekleşen olayları mikroskobik seviyede de gerçekleştiğini düşünmelerine sebep olmuş olabilir. Bizim yaptığımız çalışmada da öğrencileri, kendilerini çok küçük bir insan olarak hayal edip asit çözeltilsinin içerisine girdiğinde de asit moleküllerinin kendilerine zarar vereceğini, yakacağını veya öleceklerini düşünmeleri, öğrencilerin makroskobik boyutta gerçekleşen bazı durumları mikroskobik boyutta da devam edeceğini düşünmelerinden kaynaklanmış olabilir.

Öğrencilerin kavram haritasında asit ve bazlarla ilgili yazdıkları önermelere bakıldığı zaman, öğrencilerin hem ön hem de son kavram haritasında, bu iki kavram ile ilgili mutlaka önerme yazdıkları görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin bu kavramlarla ilgili daha önceki öğretim ve günlük yaşamlarından bilgi kazanmaları ile açıklanabilir. Öğrencilerin, ön KİT'te bu iki kavram için verilen cevap kelimelere bakıldığında da benzer sonuç ortaya çıkmaktadır.

KH'nın 3. Kısmından elde edilen bulgulara bakıldığı zaman, Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrenciler, T1, T3, T4, T7, T8, T9, T10, T12 (8 öğrenci) kodlu öğrencilerin, asit ve baz kavramlarını ön ve son kavram haritalarında (Tablo 21, Tablo 23, Tablo 24, Tablo 25, Tablo 29, Tablo 30, Tablo 31, Tablo 32, Tablo 34) MAS'da (makroskobik seviyede) kullandığı görülürken, T2, T5, T6 ve T11 (4 öğrenci) kodlu öğrencilerin, asit ve baz kavramlarını ön ve son kavram haritalarında (Tablo 22, Tablo 26, Tablo 27, Tablo 28, Tablo 33) hem MAS hem de MİS'de (mikroskobik seviye) kullandığı görülmektedir. ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerden asit ve kavramını ön ve son kavram haritalarında, 3 öğrencinin, A3, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin, ön ve son kavram haritalarında (Tablo 45, Tablo 46, Tablo 47, Tablo 48) MAS'da; 1 öğrencinin, A2 kodlu öğrencinin, ön ve son kavram haritasında (Tablo 43, Tablo 44) hem MAS hem MİS'de; 1 öğrencinin, A1 kodlu öğrencinin, ise ön ve son kavram haritasında (Tablo 42) asit ve baz kavramını MAS'da kullanırken, son kavram haritasında hem MAS, hem de MİS'de kullandığını göstermektedir. Her iki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin asit ve baz kavramını çoğunluk olarak MAS'da daha az bir oranla da hem MAS hem MİS

kullandığı görülmektedir. Asit ve baz kavramlarını SES’de kullanan öğrenci görülmemektedir. Ancak, her iki gruptaki öğrencilerin asit ve baz örneklerini belirtirken, asit ve baz örneklerinin formüllerini yazdıkları görülmektedir. Buradan, öğrencilerin SES’lerin sadece, örneklerin kimyasal formüllerini ifade etmekten ibaret oldukları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin süreçte, asit ve baz örnekleri ile yaptıkları etkinlikler de genel olarak MAS ağırlıklı olduğu için, ön ve son kavram haritalarında ortaya çıkan bu sonuç şaşırtıcı değildir. Öğrencilerin MİS’de asit ve bazlarla yapmış oldukları çizimler, onların MİS ile ilgili bilgilerini daha derinlemesine çıkarmaktadır.

#### 4.1.2. Asit-Baz Genel Özelliklerine Yönelik Tartışma

Öğrencilerin kavram haritalarının önermeler kısımlarından elde edilen bulgularda, ön kavram haritalarında ortaya çıkan kategorilere bakıldığı zaman T1 kodlu (Tablo 21), T3 (Tablo 23) ve T5 kodlu (Tablo 26) öğrencilerin asit-baz tepkimeleri kategorisi altında “ tuz ve amfoter”; T4 kodlu (Tablo 25), T6 kodlu (Tablo 27, Tablo 28 ) ve T10 (Tablo 33) kodlu öğrencilerin asit-baz tepkimeleri kategorisi altında “ tuz ve su”; T7 (Tablo 29), T8 (Tablo 30) ve T9 (Tablo 31) kodlu öğrencilerin asit-baz tepkimeleri kategorisi altında “tuz, su, amfoter metal, nötrleşme” alt kategorilerinin oluştuğu gözlenmektedir. Ayrıca, T3, T4, T5, T6, T8, T9 ve T12 kodlu öğrencilerin ön kavram haritalarında “turnusol kâğıdı” kategorisinin oluştuğu gözlenmektedir. T6, T7 ve T9 kodlu öğrencilerin ön kavram haritasında “asit-bazların tadı” kategorisi altında “ekşi ve acı” alt kategorilerinin oluştuğu gözlenmektedir. Yukarıdaki bulgular, Türkiye’deki örnekleme bulunan öğrencilerin uygulamadan önce “asit-baz tepkimeleri”, “turnusol kağıdı” ve “ekşi ve acı” gibi asit ve bazların özelliklerinin bir kısmına aşina olduklarını göstermektedir. ABD’deki örnekleme bulunan öğrencilerin ön kavram haritalarında oluşan kategorilere bakıldığı zaman, A1 (Tablo 42) ve A5 (Tablo 48) kodlu öğrencilerin “tad”, “turnusol kâğıdı” kategorilerinin oluşmasının yanı sıra A2 (Tablo 43, Tablo 44) kodlu öğrencinin “nötrleşme” kategorisinin oluştuğu gözlenmektedir. Bu konu, ilköğretimde “asit-baz-tuz” ünitesinde de işlendiği için öğrencilerin bu konuda bir ön bilgiye sahip olmaları doğaldır. Shapperd (1997) ve Demircioğlu (2003), lise öğrencileriyle yaptıkları çalışmada, örnekleme öğrencilerin asit ve baz kimyasındaki bazı kavramlara aşina oldukları sonucuna varmışlardır ki ulaşılan bu sonuç, bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Türkiye'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin son kavram haritalarında oluşturdukları kategorilere bakıldığı zaman, öğrencilerin çoğunluğunun ön KH'sında oluşan kategorilere benzer kategoriler oluşturduğu ya da ön KH'sında oluşan kategorilere ek olarak “elektrik akımı, elektriksel iletkenlik, elektron çifti verir, üniversal indikatör, mor lahana suyu, ortama  $H^+$  yada  $OH^-$  iyonu verir, yarı soy metaller” gibi ilaveler yaptıkları gözlenmektedir. ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin son kavram haritasında asit-baz genel özellikleriyle ilgili ortaya çıkan kategorilere bakıldığı zaman, A1 kodlu öğrencinin ön KH'sında çıkan kategorilerin hepsinin son KH'sında da çıktığı gözlenmektedir. A2 (Tablo 43, Tablo 44) kodlu öğrencinin son KH'sında ön KH'sından farklı olarak “elektron veren”, “elektron kabul eden”, “tuz ve su oluşumu” ve “iletkenlik” gibi kategorilerin oluşturduğu anlaşılmaktadır. A3 kodlu öğrencinin son KH'sında “tuz ve su oluşumu”, “kaygan, ekşi” ve “turnusol, üniversal indikatör” gibi indikatör örnekleri kategorilerinin oluştuğu, A4 kodlu (Tablo 47) öğrencinin son KH'sında “asit-baz genel özellikleri” kategorisinin oluştuğu; A5 (Tablo 48) kodlu öğrencinin son KH'sında, ön KH'sından farklı olarak “proton, elektron” gibi kategorilerin oluştuğu gözlenmektedir. Özetle, her iki grupta bulunan öğrencilerin son KH'larına ön KH'lardan farklı olarak yeni kategoriler ekledikleri, buna ilave olarak ön KH'larında oluşturdukları bazı kategorilerin son KH'larında da ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Buradan elde edilen bulgular yorumlandığı zaman, öğrencilerin asit ve bazların genel özellikleriyle ilgili çok fazla sıkıntılarının olmadıklarını söylemek mümkündür. İlgili literatür incelendiğinde, Hand (1989), Nakhkeh (1990) ve Ross (1989) yaptıkları çalışmalarda, kendi örneklemelerindeki öğrencilerin asit ve bazların genel özellikleriyle ilgili çeşitli zorluklara sahip olduklarını rapor etmişlerdir. Bu çalışmalarda ortaya çıkan sonuçlar, bizim çalışmamızda ortaya çıkan sonuç ile uyum göstermemektedir. Buna karşın, Demircioğlu (2003), lise öğrencileriyle yaptığı çalışmada asit ve bazların özellikleri ile ilgili öğrencilerin son testte daha fazla sayıda doğru anlama gösterdiğini rapor etmiştir ki buradan öğrencilerin son durumda bu konuyla ilgili sıkıntılarının olmadığı söylenebilir. Bu bağlamda, Demircioğlu (2003)'nun çalışmasının sonuçlarının bu çalışmadakilerle benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Asit ve bazların genel özellikleriyle ilgili KİT'ten elde edilen bulgular için “tuz”, “indikatör”, “amfoter”, “nötrleşme” ve “iletkenlik” anahtar kavramları incelenecektir. Bu bağlamda, Türkiye'deki örneklem grubundaki öğrencilerin bu anahtar kavramlarla ilgili vermiş oldukları cevap kelimeler incelendiğinde, irdelenen bu kavramlarla ilgili son KİT'lerinde ön KİT'lere göre daha fazla cevap kelime yazdıkları anlaşılmaktadır (Tablo

12; Şekil 12). ABD’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin irdelenen bu kavramlar ilgili vermiş oldukları cevap kelimelere bakıldıkları zaman, sadece indikatör ve nötrleşme anahtar kavramlarında artış olduğu, diğerlerinde azalma olduğu anlaşılmaktadır ( Tablo 13, Şekil 19).

Türkiye’deki ve ABD’deki öğrencilerin ön ve son KİT’ten kesme noktası tekniğiyle ortaya çıkardıkları zihin haritasına bakıldığı zaman (Şekil 15; Şekil, 18; Şekil 22; Şekil 25), Türkiye’deki öğrencilerin tuz anahtar kavramıyla ilgili birbirine yakın değerlerde cevap kelime ve bağlantı yazdıkları anlaşılmaktadır. Buna karşın, ABD’li öğrencilerin daha az cevap kelime, daha çok bağlantı yaptıkları anlaşılmaktadır. Zihin haritalarında ortaya çıkan cevap kelimeler incelendiğinde her iki örneklem grubundaki öğrencilerin ön KİT’te “tuzlar nötrdür” kavram yanılığına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Son KİT’e verilen cevap kelimeler incelendiğinde Türkiye’deki öğrencilerin tuzların nötr olduğu kavram yanılığını devam ettirdikleri gözlenirken, ABD’li öğrencilerin devam ettirmedikleri tespit edilmiştir. Türkiye’deki öğrencilerin tuzların nötr olduğunu düşünmelerinin nedeni, bu öğrencilerin tuzların asit ve bazların reaksiyonu (nötrleşme) sonucunda oluştuğunu bilmelerinden kaynaklanmış olabilir. Schmith (1991), 7500 öğrenciyle nötrleşme kavramına yönelik yaptığı çalışmada, nötralizasyon teriminin saklı bir ikna edici gibi davranarak “nötralizasyon ürünü nötr bir çözeltilidir” kavram yanılığına yol açtığını tespit etmiştir. Bu çalışmada da, öğrencilerin asit ve baz reaksiyonu sonucunda bir tuz çözeltilisinin oluşacağını ve tuz çözeltilisinin nötr olduğunu ifade etmeleri birbiriyle paralel sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Yapılan bu çalışma bizim çalışmamızda bulunan sonuçları destekler niteliktedir. Yine ilgili literatür incelendiğinde, Bradley ve Mossimage (1998), Özmen ve Demircioğlu (2003), Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu (2005), Özmen, Demircioğlu ve Coll (2009), ve Boz (2009)’un yaptıkları çalışmalarda da ‘bütün tuzların sulu çözeltilisinin nötr’ olduğu kavram yanılığının yer aldığı belirtilmektedir.

Tuz kavramıyla ilgili uygulamadan önce ve uygulamadan sonra yapılan kavram haritaları incelendiğinde, her iki örneklemdeki öğrencilerin uygulamadan önce ve sonra tuz ve nötrleşme kavramına aşina oldukları görülmektedir. Öğrencilerin asit ve bazın birbiriyle olan reaksiyonunu nötrleşme olarak bildikleri ve genelde  $H^+$  ve  $OH^-$  iyonun reaksiyonu sonucunda  $H_2O$  oluştuğunu ifade etmeleri öğrencilerin nötrleşme olayını Arrhenius’a göre açıkladıklarını göstermektedir (Arrhenius, molekülleri hedef alarak nötrleşme olayını açıklamaktadır). Birçok öğrencinin ön ve son kavram haritalarında belirttiği gibi “asit ve bazların reaksiyonu sonucunda tuz oluşur” ya da “asit ve bazların

nötrleşmesi sonucu tuz oluşur” ifadelerinden yukarıdaki paragraflarda tuz kavramı ile ilgili bulunan sonuçlar birbiriyle uyum içerisindedir. Aynı şekilde Demircioğlu ve Özmen (2003), yaptıkları çalışmada rapor edilen “Tüm nötrleşme olayları sonucunda oluşan tuz çözeltilerinin pH’sı daima 7’dir.” Bu kavram yanılışı, bu çalışmada ortaya çıkan, “asit+baz”, “tuzlar nötrdür”, “pH=7” yada “7” cevap kelimeleriyle benzerlik göstermektedir.

Türkiye’deki ve ABD’deki öğrencilerin ön ve son KİT’ten kesme noktası tekniğiyle ortaya çıkardıkları zihin haritasına bakıldığı zaman (Şekil 15; Şekil, 18; Şekil 22; Şekil 25), indikatör anahtar kavramıyla ilgili Türkiye’deki öğrencilerin son KİT’ten ortaya çıkan zihin haritasında daha fazla bağlantı yaptığı ve daha çok cevap kelime yazdıkları anlaşılmaktadır. ABD’deki öğrencilerin ise daha çok bağlantı yaptıkları anlaşılmaktadır. Elde edilen bulgulara bakıldığı zaman, öğrencilerin uygulamadan önce de indikatör kavramıyla ilgili bir ön bilgiye sahip oldukları görülmektedir. Öğrencilerin, daha önceki yıllarda turnusol kâğıdı gibi indikatörleri görmüş olmalarından dolayı oraya çıkan bu sonuç şaşırtıcı değildir. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin indikatör anahtar kavramıyla ilgili olarak son KİT’te ön KİT’e göre daha fazla anahtar kavram ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Buna karşın, Türkiye’deki örnekleme bulunan öğrencilerin son KİT’te ABD’li öğrencilerden daha fazla cevap kelime yazdıkları görülmektedir. Her iki gruptaki öğrencilerin KİT’teki indikatör anahtar kavramıyla ilgili bulgularına bakıldığı zaman, öğrencilerin bu konuyla ilgili yanlış anlamalara sahip olmadığı anlaşılmaktadır. Buna karşın, ilgili literatür incelendiğinde, Bradley ve Mossimage (1998), yaptıkları çalışmada öğrencilerin indikatörleri bir asidin kuvvetli ya da zayıf olup olmadığını anlamak için kullandıklarını belirtmektedir, bu durum bizim yaptığımız çalışmanın sonuçlarıyla farklılık göstermektedir. Yine aynı şekilde, Demircioğlu, Özmen ve Ayas (2001), yaptıkları çalışmada, öğrencilerin indikatörleri renk değişimlerini daha iyi gözlemleyebilmek için kullandıklarını rapor etmişlerdir ki bu durum yürütülen bu çalışmayla zıtlık göstermektedir.

Türkiye’deki ve ABD’deki öğrencilerin ön ve son KİT’ten kesme noktası tekniğiyle ortaya çıkardıkları zihin haritasına bakıldığı zaman (Şekil 15; Şekil, 18; Şekil 22; Şekil 25), iletkenlik anahtar kavramıyla ilgili Türkiye’deki öğrencilerin son KİT’te ön KİT’e göre daha fazla cevap kelime yazdıkları ve daha fazla bağlantı kurdukları görülmekteyken, ABD’li öğrencilerin daha fazla anahtar kavramla bağlantı kurmalarına karşın ve daha az cevap kelimenin ortaya çıktığı görülmektedir. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin de



iletkenlik ile ilgili ön bilgilere sahip olmaları bu konunun benzerlerini daha önceki yıllarda gördüklerinden dolayı normal karşılanabilir. İlgili literatür incelendiğinde Shapperd (1997), yaptığı çalışmada lise öğrencilerinin yapılan formal eğitimden önce de iletkenlik kavramı ile ilgili bazı ön bilgilere sahip olduğunu rapor etmiştir. Bu açıdan bakıldığında, yürütülen bu çalışmanın sonucunun literatür ile uyum içinde olduğu söylenebilir. Öğrencilerin son KİT'lerinde ön KİT'lerine oranla daha fazla bağlantı kurmaları uygulanan etkinliklerden sonra onların bu kavram ile ilgili gelişmelerinin daha iyi olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Türkiye'deki ve ABD'deki öğrencilerin ön ve son KİT'ten kesme noktası tekniğiyle ortaya çıkardıkları zihin haritasına bakıldığı zaman (Şekil 15; Şekil, 18; Şekil 22; Şekil 25), amfoter anahtar kavramıyla ilgili her iki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin uygulamadan önce ve uygulamadan sonra yazdıkları cevap kelimeler ve kurdukları bağlantıların değişmediği anlaşılmaktadır. Buradan öğrencilerin bu konuyla ilgili anlamlı bir gelişme göstermedikleri söylenebilir. Amfoter kavramıyla ilgili Türkiye'deki öğrencilerin amfoter metallere örnek yazmalarına karşın, ABD'li öğrencilerin örnek yazmamaları farklı ortaöğretim programından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, Türkiye'deki öğrencilerin verdikleri örneklerde metallerin sırasının bile değişmemiş olması, bu öğrencilerin metalleri akrostiş yöntemiyle akıllarında tuttuklarını düşündürmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda gerek dershanelerde gerekse okullarda öğretmenlerin bu metalleri “Zengin(Zn) Cariye(Cr) Alanın(Al) Sonu (Sn) Perişan (Pb) olur” akrostişiyle verdiklerini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin, bu anahtar kavram ile ilgili olarak anlamlı bir farklılığın olmamasının nedeni, TGA etkinliklerinde verilenlerin öğrencilerin fikirlerini değiştirecek kadar ilgi çekici ya da yararlı olmadığından da kaynaklanmış olabilir.

#### **4.1.3. pH ve pOH Kavramlarına Yönelik Tartışma**

Türkiye'deki ve ABD'deki öğrencilerin ön ve son KİT'te pH anahtar kavramları ile ilgili vermiş oldukları cevap kelimelere ve zihin haritalarında ortaya çıkan bağlantılara bakıldığı zaman (Tablo 12; Tablo 13; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18; Şekil 19; Şekil 22; Şekil 25), her iki örneklem grubundaki öğrencilerin son KİT'te bu anahtar kavram ile ilgili daha çok bağlantı kurdukları anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin bu konuyu daha detaylı anladıklarının bir göstergesi olabilir. Türkiye'deki öğrencilerin ön KİT'te pH'nın asitlik ve bazlık değeri olduğunu bildikleri ve gündelik hayatta kullanılan bazı maddelerin pH

değerinin olduğunun farkında oldukları anlaşılmaktadır. Ayrıca, pH kavramını kuvvetlilik ile ilişkilendirmektedirler. ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin ön KİT'te pH kavramını asit kavramıyla ilişkilendirmelerine karşın, son KİT'te pH kavramını bazlarla, derişimle ve pOH kavramıyla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin ön ve son KİT'te pH kavramını skala ile ilişkilendirmişlerdir. ABD'deki öğrencilerin pH'ı sadece asitliğin bir ölçüsüyümüş gibi düşünmelerine rağmen, Türkiye'deki öğrencilerin pH'ı asitliğin ve bazlığın ölçüsü olarak düşünmüşlerdir. İlgili literatür incelendiğinde, öğrencilerin pH'ı asitliğin bir ölçüsü olarak düşündükleri çalışmalara rastlanmaktadır (Cross ve diğerleri, 1988; Ross ve Munby, 1991; Canpolat ve diğerleri, 2004; Özmen, Demircioğlu ve Coll, 2009; Boz, 2009). Ayrıca, Cross ve diğerlerinin (1989), yaptıkları çalışmada öğrencilerin bu düşüncelerinin çok az değiştiği rapor edilmiştir. Bu bağlamda, bu çalışmaların sonuçları ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin sonuçlarıyla benzerlik gösterirken, Türkiye'deki örneklem grubundaki öğrencilerin sonuçlarıyla zıtlık göstermektedir. Türkiye'deki öğrencilerin ön KİT'te bazı maddelerin pH'sı olabileceğini yazmaları daha önceki yıllarda bu konunun benzerini görmelerinden dolayı şaşırtıcı bir durum değildir. Aynı zamanda, günlük hayatta kullanılan şampuan, krem, sabun vs. maddelerin üzerinde pH'ları gösteren ifadelerin bulunması öğrencilerin pH ile bilgilerinin olmasını desteklemektedir. Shapperd (1997) ve Demircioğlu (2003) lise öğrencileriyle yaptıkları çalışmalarda, öğrencilerin bu konuyla ilgili ön bilgilerinin olduğunu ve bu durumun şaşırtıcı bir durum olmadığını rapor etmişlerdir.

Türkiye'deki ve ABD'deki öğrencilerin ön ve son KİT'te pOH anahtar kavramları ile ilgili vermiş oldukları cevap kelimelere ve zihin haritalarında ortaya çıkan bağlantılara bakıldığı zaman (Tablo 12; Tablo 13; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18; Şekil 19; Şekil 22; Şekil 25), Türkiye'deki öğrencilerin pOH kavramıyla alakalı olarak ön ve son KİT'te ABD'li öğrencilere oranla daha fazla cevap kelime yazdıkları anlaşılmaktadır. Ayrıca, her iki gruptaki öğrencilerin ön ve son KİT'lerinde bu kavramı pH kavramı ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Her iki gruptaki öğrencilerin ön KİT'te pOH kavramını bazlarla ilişkilendirdikleri ve son KİT'te ise yine her iki gruptaki öğrencilerin birbirine benzer cevap kelimeler yazdıkları ve pOH'ın OH<sup>-</sup> iyonlarıyla alakalı olduğunu düşündükleri anlaşılmaktadır. Buradan, her iki gruptaki öğrencilerin, ön ve son KİT'te pOH kavramını pH kavramıyla ilişkilendirmelerine rağmen, pOH kavramının sadece bazlar ile ilgili olduğunu düşündükleri söylenebilir. Bu durum, öğrencilerin  $pH + pOH = 14$  formülünü

bilmelerinden, dolayısıyla bu iki kavramın biriyle ilişkili olmaları gerektiğini düşüncülerinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, öğrencilerin bu kavramı bazlarla alakalı olarak düşüncülerinin nedeni olarak, pOH'ın OH<sup>-</sup> iyonlarının – (eksi) logaritmasının alınmasıyla bulunan bir değer olarak bilmelerinin ve OH<sup>-</sup> iyonlarının bazların sulu çözeltilerinde açığa çıktığını düşüncülerinden kaynaklanmış olabilir. Türkiye'deki öğrencilerin ön ve son KİT'lerinde pOH kavramını kuvvetlilikle ilişkilendirmeleri bu öğrencilerin pOH kavramını pH kavramı gibi kuvvetliliğin bir ölçüsü olarak görmelerinden kaynaklanmış olabilir. Morgil ve diğerlerinin (2003), yaptıkları çalışmada, pOH kavramı ile ilgili “kuvvetli baz pOH'sı büyük olan bazdır” şeklindeki kavram yanılgısı, kuvvetli bazların pH'sı büyük olur kavram yanılgısını çağrıştırmaktadır. Türkiye'deki öğrencilerin de pOH'ı bazlığın bir ölçüsü olarak görmeleri, pH'ı da asitliğin bir ölçüsü olarak görmeleri gibi birbirini çağrıştırmacı tarzda olabilir. Ayrıca, Türkiye'deki öğrencilerin pOH kavramını pH kavramı gibi kuvvetlilikle ilişkilendirmelerine rağmen, ABD'deki öğrencilerin bu şekilde bir eğilimlerinin olmadıkları görülmektedir. Ön KİT'te Türkiye'deki öğrencilerin pOH kavramını niceliksel olarak açıklamalarına rağmen, ABD'deki öğrencilerin niteliksel olarak cevap verdikleri, son KİT'te ise her iki gruptaki öğrencilerin OH<sup>-</sup> iyonlarından bahsettikleri görülmektedir. Öğrencilerin bu durumları TGA etkinliklerinden elde edilen sonuçlar ile de örtüşmektedir.

Her iki gruptaki öğrencilerin pH kavramına pOH kavramından daha çok cevap kelime yazdıkları ve daha çok anahtar kavram ile bağlantı kurdukları görülmektedir. Buradan, öğrencilerin pH kavramını pOH kavramından daha iyi anladıkları söylenebilir. Öğrencilerin son KİT'teki kurdukları bağlantı sayısının ön KİT'e oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, öğrenciler, ön ve son KİT'te pH ile pOH kavramını birbirleriyle bağlantılı olduklarını düşündükleri anlaşılmaktadır.

Türkiye'deki öğrencilerin ön ve son kavram haritasındaki önermelere bakıldığı zaman, T1 kodlu (Tablo 21), T2 kodlu (Tablo 22) ve T5 kodlu (Tablo 26) öğrencilerin, ön kavram haritalarında pH ve pOH ile ilgili herhangi bir önerme yazmamalarına karşın T3 kodlu (Tablo 23, Tablo 24), T4 kodlu (Tablo 25), T7 kodlu (Tablo 29), T9 kodlu (Tablo 31), T10 kodlu (Tablo 32), T11 kodlu (Tablo 33) ve T12 kodlu (Tablo 34) öğrencilerin, ön kavram haritalarında “pH<7”, “pH>7”, “0-7”, “7-14”, “7” gibi kategorilerin oluştuğu gözlenmektedir. T11 kodlu öğrencinin son kavram haritasında ön kavram haritasından farklı olarak “derişim” ve “seyrelik çözelti” kategorilerinin oluştuğu anlaşılmaktadır. Son kavram haritalarındaki önermelere bakıldığı zaman, örneklemedeki öğrencilerin tamamının

pH kavramından bahsetmelerine karşın, T1 ve T11 kodlu öğrencilerin pOH kavramından bahsettikleri görülmektedir. T6 kodlu (Tablo 28) ve T8 kodlu (Tablo 30) öğrencilerin, ön ve son kavram haritalarında “pH” ve “pOH” kavramlarından bahsettikleri görülmektedir. Bu öğrencilerden T6 kodlu öğrencinin ön KH’larında yanlış önerme kullanmasına rağmen, son KH’sında daha doğru bir önerme kullandığı görülmektedir. ABD’deki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında bütün öğrencilerin pH kavramından bahsettikleri görülmektedir. A1 ve A2 kodlu öğrencilerin (Tablo 42, Tablo 43, Tablo 44), son kavram haritalarında pOH kavramından bahsettikleri gözlenmektedir. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin pH kavramına pOH kavramından daha aşına oldukları görülmektedir. pH’tan bahseden öğrencilerin çoğunluğunun “asitlerin pH’sı 7’den küçüktür, bazların pH’sı 7’den büyüktür” tarzında ifadeler yer verdikleri görülmektedir. Her iki gruptaki öğrencilerin pH kavramıyla ilgili KH’sından elde edilen bulgular KİT’ten elde edilen bulgular ile örtüşmektedir. Ön ve son KİT’te de pH kavramının pOH kavramından daha iyi anlaşıldığı ortaya çıkmıştır.

Öğrencilerin uygulamadan önce ve uygulamadan sonra yaptıkları çizimlerin mülakatlarında pH kavramıyla ilgili kategorilerin oluştuğu gözlenmektedir. Zayıf asit ve kuvvetli asit arasında herhangi bir fark olup olmadığının sorulduğu soruda Tablo 50’de görüldüğü gibi T1, T4, T5, T6 ve T8 kodlu öğrencilerin, pH’nın asidin kuvvetliliği gösterdiğini, kuvvetli asitlerin pH’larının düşük, zayıf asitlerin daha büyük olduğunu düşünmüşlerdir. Ayrıca, bazı öğrencilerin “7’den uzaklaştı mı kuvvetlilik artıyor, 7’ye yaklaştı mı zayıflık artıyor” şeklinde yanılı cevap verdikleri anlaşılmaktadır. ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin ön çizim mülakatlarında Türkiye’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilere benzer ifadeler kullandığı görülmektedir. A1 ve A5 kodlu öğrencilerin (Tablo 55), kuvvetli bir asidin aynı zamanda iki pH’a sahip olamayacağını, sahip olsalar bile mutlaka başka bir maddenin eklenmesi sonrasında farklı pH’a sahip olacaklarını belirtmişlerdir. Son çizim mülakatlarında (Tablo 52), T4, T5 ve T11 kodlu öğrencilerin, pH ile ilgili ifadeler kullandıkları ve pH’nın derişimle alakalı olup kuvvetlilikle alakalı olmadıklarını buna karşın T9 kodlu öğrencinin zayıf asitlerin pH’sının 6 gibi olacağını belirtmişlerdir. ABD’li örneklem grubunda bulunan öğrencilerin son çizim mülakatlarında (Tablo 57), A3 kodlu öğrencinin kuvvetli asitlerin 7’den uzak olduğunu belirtmiştir. Aynı öğrencinin, ön ve son kavram haritasında yazdığı önerme ile çizim mülakatı esnasında söylediği ifadeler birbiriyle örtüşmektedir. Buradan, A3 kodlu öğrencinin uygulamadan önce sahip olduğu bu kavram yanılığını uygulamadan sonra da

devam ettirdiği görülmektedir. Buradan, kavram yanılgılarının değişime dirençli oldukları anlaşılmaktadır (Westbrook ve Marek, 1991; Nakhleh, 1992; Çalık, 2006; Ünal, 2007). Her iki gruptaki öğrencilerin, ön çizimlerinde pH ile kuvvetlilik ile ilişkili olduklarını düşündükleri, buna karşın bu düşüncelerinin son çizimlerinde azalma yönünde eğilim gösterdiği oraya çıktığı görülmektedir. İlgili literatür incelendiğinde, Shapperd (1997), lise öğrencileriyle yaptıkları çalışmadaki “pH’ın kuvvetliliği, gücü ve reaktifliği ölçer” şeklindeki kavram yanılgısıyla benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Ross ve Munby (1991), yaptıkları çalışmada lise öğrencilerinin “kuvvetli bir asit, zayıf bir asitten daha yüksek bir pH’a sahiptir”; Demircioğlu, Özmen ve Ayas (2001), öğretmen adaylarıyla, Demircioğlu ve Özmen (2003), Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu (2005) ve Boz (2009) lise ve üniversite öğrencileriyle yaptıkları çalışmalarda, öğrencilerin “pH değeri arttıkça asitlik artar”, “pH, kuvvetliliğin bir ölçüsüdür” gibi kavram yanılgılarına sahip olduklarını rapor etmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada da, öğrencilerin kuvvetli asidin pH’ı 1’e yakın olur, zayıf asitlerin pH’sı 6’ya ya da 7’ye yakın olur şeklindeki ifadeleri yukarıdaki çalışma sonuçlarıyla zıtlık göstermektedir.

#### 4.1.4. Kuvvetlilik ve Konsantrasyon Kavramlarına Yönelik Tartışma

Türkiye’deki ve ABD’deki öğrencilerin ön ve son KİT’te kuvvetlilik anahtar kavramı ile ilgili vermiş oldukları cevap kelimelere ve zihin haritalarında ortaya çıkan bağlantılara bakıldığı zaman (Tablo 12; Tablo 13; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18; Şekil 19; Şekil 22; Şekil 25), Türkiye’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin, ön KİT’te kuvvetlilik anahtar kavramını pH ve pOH anahtar kavramları ile ilişkilendirip kavram yanılıklı bağlantı kurdukları anlaşılmaktadır. Buna karşın ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin, kuvvetlilik anahtar kavramını başka bir anahtar kavram ile ilişkilendirmedikleri anlaşılmaktadır. Son KİT’te Türkiye’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin, kuvvetlilik kavramına verdikleri cevap kelimeler ve yaptıkları bağlantılar doğru kategorisinde değerlendirilebilir. ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin, ön KİT’te kuvvetlilik anahtar kavramını kimya alanı dışında kullanmalarına, diğer bir deyişle disiplinler arası kullanmalarına karşın, son KİT’te bu kavramı konsantrasyon anahtar kavramı ile ilişkilendirerek kavram yanılıklı bağlantı kurdukları görülmektedir. Öğrencilerin son KİT’te ortaya çıkan bu durumu çizimlerin mülakatlarından elde edilen bulgularla desteklenmektedir. Her iki örneklem grubundaki

öğrencilerin KİT'ten elde edilen bu bulguları Sheppard (1997)'in, yaptığı çalışmada öğrencilerin pH'ı kuvvetliliğin ölçülmesi olarak ifade etmesiyle benzerlik göstermektedir. İlgili literatür incelendiğinde, Türkiye'deki öğrencilerin, ön KİT'te kuvvetlilik ile ilgili bilimsel olarak kabul edilebilir cevap kelimeler verememeleri Hand (1998)'in yaptığı çalışmayla benzerlik göstermektedir. Buna karşın, öğrenciler son KİT'te kuvvetlilik kavramını “iyonlaşma” gibi bilimsel kelimelerle ifade etmişlerdir. Nahkeh (1990), yaptığı çalışmada yapılan eğitim sonunda da öğrencilerin kuvvetlilik kavramını iyonlaşma ile açıklayamadıkları yani bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalar yapamadıklarını rapor etmiştir ki bu çalışmanın sonucu yürütülen şimdi çalışma ile zıtlık göstermektedir.

Türkiye'deki ve ABD'deki öğrencilerin ön ve son KİT'te konsantrasyon anahtar kavramı ile ilgili vermiş oldukları cevap kelimelere ve zihin haritalarında ortaya çıkan bağlantılara bakıldığı zaman (Tablo 12; Tablo 13; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18; Şekil 19; Şekil 22; Şekil 25), Türkiye'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin ön KİT'te kimya alanı dışından cevap kelimeler verdikleri gözlenirken, son KİT'te verdikleri cevap kelimelerin kimya alanı ve konuyla ilgili olduğu gözlenmektedir. Öğrencilerin, ön KİT'te son KİT'ten daha fazla sayıda cevap kelime yazdıkları anlaşılmaktadır. Bunun nedeni, öğrencilerin ön KİT'te bu kavramı konuyla alakası olmayan cevap kelimelerle desteklemeleri olmuş olabilir. ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin son KİT'te konsantrasyon kavramını kuvvetlilik anahtar kavramıyla ilişkilendirdiği ve durumun son çizim mülakatları ile desteklendiği gözlenmektedir. ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin, son KİT'te kuvvetlilik ile konsantrasyon arasında doğru bir ilişki kuramamalarının nedeni öğrencilerin TGA etkinliklerinde bu konuyla ilgili yer alan etkinliği doğru bir şekilde anlayamamalarından kaynaklanmış olabilir.

Kavram haritasında yer alan bulgulara bakıldığı zaman, Türkiye'deki örneklemdeki öğrencilerin büyük çoğunluğunun ön ve son kavram haritalarında kuvvetlilik ve konsantrasyon kavramlarını kullanarak bağlantı yapmadıkları görülmektedir. Yalnızca, Türkiye'deki öğrencilerden T11 kodlu öğrencinin son kavram haritasında (Tablo 33) “zayıf asit, zayıf baz, iyonlaşma” kavramlarını kullanarak bağlantı yaptıkları görülmektedir. ABD'deki örneklemdeki öğrencilerin ön kavram haritasında A1 kodlu (Tablo 42), A2 kodlu (Tablo 43, Tablo 44), A3 kodlu (Tablo 45, Tablo 46) ve A5 kodlu (Tablo 48) öğrencilerin, ön ve son kavram haritalarında kuvvetli ve zayıf asit kavramlarını kullanarak bağlantı yaptıkları görülmektedir. Ayrıca, A2 kodlu öğrencinin son kavram haritasında iyonlaşma kavramını kullanarak bağlantı yaptığı görülmektedir. Her iki örneklemdeki

öğrencilerin ön kavram haritasında konsantrasyon kavramını kullanarak bağlantı yapmadıkları görülmektedir. Son kavram haritalarında yalnızca A2 kodlu öğrencinin “konsantrasyon kuvvetlilik ile alakalı değildir” gibi ifadeler kullanarak bu kavramı doğru bir şekilde kullandığı görülmektedir. Her iki gruptaki öğrencilerin kuvvetlilik ve konsantrasyon kavramlarını kavram haritasında çok fazla kullanmadıkları anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin her kavramı kavram haritasında kullanamamalarından kaynaklanmış olabilir.

Türkiye’deki öğrencilerin ön çizimlerin mülakatlarında ortaya çıkan kodlara bakıldığı zaman, kuvvetli ve zayıf asitlerle ilgili yaptıkları açıklamalarda “derişim” kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Tablo 50’de T4, T5 ve T2 kodlu öğrencilerin, “kuvvetli asitlerin derişimi fazla olur. Zayıf asitlerin daha seyrek, daha az olur” gibi kavram yanlışlığı ifadeler kullandıkları görülmektedir. Ayrıca, T5, T7 ve T11 kodlu öğrencilerin, kuvvetli ve zayıf asitlerin “iyonlaşma” larından kısmen doğru bir şekilde bahsettikleri görülmektedir. Son çizimlerin mülakatlarından ortaya çıkan kategorilere bakıldığında ise Tablo 52’de, T1, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 ve T12 kodlu öğrencilerin, iyonlaşmadan doğru bir şekilde bahsettikleri görülmektedir. Ayrıca, yine aynı tabloda “kuvvetlilik-derişim” kategorisinin oluştuğu görülmektedir. Mülakat esnasında öğrencilerden 0,1M HCl, 2M HCl, 0,1M CH<sub>3</sub>COOH ve 2M CH<sub>3</sub>COOH’tin kuvvetliliklerinin sıralamasının yapılması istenmiştir. T1, T2, T4, T5, T6, T7, T9, T11 ve T12 kodlu öğrencilerin bu maddelerin kuvvetlilik sıralamasını doğru bir şekilde yaptığı, T10 kodlu öğrencinin ise yapamadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin verdikleri ifadelerde, maddelerin değişimlerinin kuvvetliliklerini etkilemediği sonucu ortaya çıkmıştır. Aynı tabloda, pH kategorisinde T4, T5 ve T11 kodlu öğrencilerin pH’nın kuvvetlilikle alakalı olmayıp derişimle alakalı olduğunu ifade etmişlerdir. Özetle, Türkiye’deki öğrencilerin ön mülakat çizimlerinde kuvvetlilik ve derişim ile ilgili kavram yanlışlarına sahipken, son çizim öğrencilerin büyük çoğunluğunun mülakatlarında doğru ifadeler kullandıkları görülmektedir. Yine, aynı şekilde öğrencilerin ön kavram haritalarında kuvvetlilik ve pH ile ilgili kavram yanlışları taşımalarına karşın, son kavram haritalarında öğrencilerin daha doğru ifadeler kullandıkları gözlenmektedir. Buradan, öğrencilerin çoğunluğunun bu kavram ile ilgili son durumda uygulamadan öncesinden daha iyi anlama seviyelerine sahip olduğu sonucuna varılabilir. Öğrencilerin ön mülakat ve ön kavram haritası sonuçları Ross ve Munby (1991)’nin yaptıkları çalışmada “kuvvetlilik ve konsantrasyon aynı şeydir”, Geban, Ertepinar ve Topal (1998)’in lise öğrencileriyle yaptıkları çalışmada

“Konsantrasyonla asit veya bazın kuvvetliliği aynı şeydir.” kavram yanlışlarıyla benzerlikler göstermektedir. Yine aynı şekilde, Özmen ve Demircioğlu (2003) ve Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu (2005), lise öğrencileriyle yaptıkları çalışmada rapor edilen “Kuvvetli bir asit daima konsantre bir asittir.” kavram yanlışıyla paralellik göstermektedir.

ABD’deki öğrencilerin ön çizimlerin mülakatlarında ortaya çıkan kodlara bakıldığı zaman, kuvvetli ve zayıf asitlerle ilgili yaptıkları açıklamalarda “derişim” ve “iyonlaşma” kategorilerinin oluştuğu görülmektedir. Tablo 55’de A5 kodlu öğrencinin kuvvetli asitlerin konsantrasyonun fazla, zayıf asitlerin daha az olduğunu belirterek kavram yanlışlı ifade kullandığı anlaşılmaktadır. A2 kodlu öğrenci, kuvvetli asitlerin tamamen iyonlaşıp zayıf olanların kısmen iyonlaşacağını ifade ederek doğru bir ifade kullanmıştır. Son çizimlerin mülakatlarında Tablo 57, kuvvetlilik- derişim kategorisinin oluştuğu gözlenmektedir. Öğrencilere mülakat esnasında sorulan 1M HCl, 0,2MHCl, 1M CH<sub>3</sub>COOH ve 0,2M CH<sub>3</sub>COOH’tin kuvvetliliklerinin sıralamasının yapılması istenmiştir. Örneklem grubundaki öğrencilerden sadece A2 kodlu öğrencinin sıralamayı doğru bir şekilde yaptığı görülmektedir. A1 ve A4 kodlu öğrenciler konsantrasyonu büyük olan daha kuvvetlidir şeklinde ifadeler kullanırken, A3 kodlu öğrenci tam tersini düşünerek, konsantrasyonu küçük olan daha kuvvetlidir şeklinde ifadeler kullanmıştır. A5 kodlu öğrenci ise konsantrasyonları eşit olanların kuvvetliliklerinin eşit olduğunu ifade etmiştir. Özetle, bu örneklem grubundaki öğrencilerin ön çizim mülakatlarında Türkiye’deki örneklem grubundaki öğrenciler gibi derişim ve kuvvetlilik ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları, son çizim mülakatlarındaki bulgulara bakıldığı zaman ABD’deki örneklem grubundaki öğrencilerin çoğunluğunun bu yanlışlığı devam ettirdiği gözlenmektedir. Öğrencilerin bu şekildeki düşünceleri Nahkleh (1990)’in yaptığı çalışmada öğretimden sonra da öğrencilerin kuvvetlilik ile konsantrasyonu karıştırdıkları sonucu ile bağdaştığı görülmektedir. Herron (1996), kuvvetlilik ve konsantrasyonun neden karıştırıldığı ile ilgili yaptığı çalışmada, kuvvetlilik ve konsantrasyon kavramlarının teknik terimler olmasına rağmen günlük hayatta kullanıldığı ve bu yüzden bazen birbirlerinin yerine kullanılabilmesini ve bu iki kavramı aynı zamanda öğretilmesi durumunda, bu kavramların karıştırılabileceğini rapor etmiştir.



#### 4.1.5. Titrasyon, Eş değerlik Noktası ve Dönüm Noktası Kavramlarına Yönelik Tartışma

Türkiye'deki ve ABD'deki öğrencilerin ön ve son KİT'te titrasyon anahtar kavramı ile ilgili vermiş oldukları cevap kelimelere ve zihin haritalarında ortaya çıkan bağlantılara bakıldığı zaman (Tablo 12; Tablo 13; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18; Şekil 19; Şekil 22; Şekil 25), her iki gruptaki öğrencilerin son KİT'te ön KİT'e oranla daha fazla cevap kelime yazdıkları ve daha çok bağlantı kurdukları anlaşılmaktadır. Bu durum, her iki gruptaki öğrencilerin titrasyon kavramı ile son durumlarında bir iyileşme olduğu şeklinde yorumlanabilir. Öğrencilerin son durumlarındaki iyileşmenin sebebi, öğrencilerin TGA etkinliğinde gerçekleşen olayları anlamış olmalarından kaynaklanmış olabilir.

Türkiye'deki ve ABD'deki öğrencilerin ön ve son KİT'te eş değerlik noktası anahtar kavramı ile ilgili vermiş oldukları cevap kelimelere ve zihin haritalarında ortaya çıkan bağlantılara bakıldığı zaman (Tablo 12; Tablo 13; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18; Şekil 19; Şekil 22; Şekil 25), her iki gruptaki öğrencilerin verdikleri cevap kelimelerde ve yaptıkları bağlantılarda artış olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye'deki öğrencilerin ön KİT'te titrasyon ile alakası olmayan cevap kelimelerinin verildiği görülürken son KİT'te daha bilimsel ve konuyla alakalı cevaplar verdikleri görülmektedir. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin ön KİT'te eş değerlik kavramını titrasyon ile ilişkilendirdikleri ve cevap kelime olarak eşit kelimesini verdikleri anlaşılmaktadır. Bu durum, eş değerlik noktası kavramındaki eş değerlik kelimesinin öğrencilere eşitlik kelimesini çağrıştırmamasından kaynaklanmış olabilir. Son KİT'te yine her iki gruptaki öğrencilerin ön KİT'te olduğu gibi eş değerlik anahtar kavramını titrasyon kavramıyla ilişkilendirdikleri anlaşılmaktadır. Bu durum, her iki gruptaki öğrencilerin bu iki kavramı birbiriyle doğru olarak ilişkilendirdikleri şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca, Türkiye'deki öğrencilerin son KİT'te eş değerlik noktasını nötrleşme kavramı ile ilişkilendirmesi bu öğrencilerin diğer gruptaki öğrencilerden daha iyi bir anlamaya sahip olduğunu gösterdiği şeklinde yorumlanabilir.

Türkiye'deki ve ABD'deki öğrencilerin ön ve son KİT'te dönüm noktası anahtar kavramı ile ilgili vermiş oldukları cevap kelimelere ve zihin haritalarında ortaya çıkan bağlantılara bakıldığı zaman (Tablo 12; Tablo 13; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18; Şekil 19; Şekil 22; Şekil 25), her iki gruptaki öğrencilerin, son KİT'te daha çok bağlantı yaptıkları ve cevap kelime yazdıkları görülmektedir. Türkiye'deki öğrencilerin son KİT'teki zihin haritalarında daha çok bağlantı yaptığı görülmektedir. Ayrıca, her iki örneklem grubundaki

öğrencilerin son KİT’te dönüm noktası anahtar kavramını titrasyon anahtar kavramı ile ilişkilendirdikleri anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin uygulama sürecinde titrasyon etkinliğini yapmalarının bir sonucu olmuş olabilir. Ayrıca, ilgili literatür incelendiğinde, Canpolat ve diğerleri (2004)’nin yaptıkları çalışmada öğrencilerin “eş değerlik noktası ve dönüm noktası aynı şeydir” şeklinde kavram yanılgısına sahip oldukları rapor edilirken, yürütülen bu çalışmada ön ve son KİT’te ve kavram haritasında her iki örneklem grubundaki öğrencilerin bu şekilde bir kavram yanılgısına sahip olmadığı anlaşılmaktadır. A2 kodlu öğrencinin son KH’sında yaptığı bağlantı incelendiğinde “titrasyonda indikatör dönüm noktasını bulmak için kullanılır” ifadesi bunu desteklemektedir. Aynı öğrencinin eş değerlik noktası ile nötrleşmenin aynı olduğunu, eş değerlik noktası konsantrasyonlar eşit olduğunda olur ve dönüm noktasının nötrleşmeden hemen sonra meydana geldiğini, ifade etmesi öğrencinin doğru bir anlamaya sahip olduğunu göstermektedir. Yine aynı şekilde, titrasyon ile ilgili olarak, öğrencinin “bilinmeyen maddenin konsantrasyonunun bulunmasında kullanılır” ifadesi öğrencinin doğru anlamalara sahip olduğunu gösterir. Buradan, öğrencilerin uygulama sonucunda daha doğru anlama seviyelerine sahip oldukları söylenebilir.

Öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında titrasyon, eş değerlik noktası ve dönüm noktası kavramlarıyla ilgili yaptıkları bağlantılara bakıldığı zaman, ön kavram haritasında Türkiye’deki örnekleme bulunan öğrencilerden T3 (Tablo 23, Tablo 24) ve T8 (Tablo 30) kodlu öğrencilerin titrasyon kavramından bahsettikleri görülürken, son kavram haritasında da aynı öğrencilerin bu kavramdan bahsettikleri anlaşılmaktadır. Bunun yanında, son kavram haritasında T1 kodlu (Tablo 21) ve T4 kodlu (Tablo 25) öğrencilerin de titrasyon, eş değerlik noktası ve dönüm noktasından bahsettikleri görülmektedir. ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerden sadece A2 kodlu (Tablo 43, Tablo 44) öğrencinin son kavram haritasında titrasyon, eş değerlik noktası ve dönüm noktası kavramlarıyla ilgili bağlantı yaptığı görülmektedir. Buradan, titrasyon anahtar kavramıyla ilgili olarak öğrencilerin son kavram haritalarında ön kavram haritalarına oranla daha çok bahsettikleri daha çok önerme yazdıkları anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin son durumdaki anlamalarının, uygulamadan önceki anlamalarına göre daha iyi olduğu şeklinde ifade edilebilir.

#### 4.1.6. Hidroliz Kavramına Yönelik Tartışma

Türkiye’deki ve ABD’deki öğrencilerin ön ve son KİT’te hidroliz anahtar kavramı ile ilgili vermiş oldukları cevap kelimelere ve zihin haritalarında ortaya çıkan bağlantılara bakıldığı zaman (Tablo 12; Tablo 13; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18; Şekil 19; Şekil 22; Şekil 25), her iki gruptaki öğrencilerin ön KİT’te daha fazla cevap kelime verdikleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerin ön KİT’te verdikleri cevap kelimelerin içeriğine bakıldığı zaman hidroliz kavramıyla ilgili olmayan cevap kelimelerin verildiği görülmektedir. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin ön KİT’te hidroliz kavramını elektroliz kavramıyla karıştırdıkları anlaşılmaktadır. Bunun sebebi, bu kelimelerin söylenişinin birbirine benzer olmasından kaynaklanmış olabilir. İlgili literatür incelediğinde, Özmen, Demircioğlu ve Coll (2009), yaptıkları çalışma sonucunda lise öğrencilerinin elektroliz ve hidroliz kavramlarının aynı olduğunu düşündüklerini rapor etmişlerdir. Bu açıdan bakıldığı zaman, bu durum yürütülen çalışmanın ön bulguları ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Türkiye’deki örneklemin ön KİT’te hidroliz kavramını tampon çözeltiler anahtar kavramı ile ilişkilendirmiş olmaları, asit ve bazlar ünitesinin alt konularından birinde “hidroliz ve tampon çözeltiler” alt konusu olmuş olmasından kaynaklanmış olabilir. ABD’deki örneklem grubunda ise, öğrencilerin ön KİT’te H<sub>2</sub>, katyon ve nötr gibi verdikleri cevap kelimelerin hidroliz kavramıyla ilişkili olmadığı görülmektedir. Buna karşın, Son KİT’te her iki örneklem grubundaki öğrencilerin verdikleri cevap kelimelerin hidroliz kavramıyla ilişki olduğu ve daha kabul edilebilir cevaplar verdikleri görülmektedir.

Öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında hidroliz kavramıyla ilgili yaptığı bağlantılara bakıldığı zaman, ön kavram haritasında Türkiye’deki örnekleme bulunan öğrencilerden T3 (Tablo 23), T4 (Tablo 25) ve T10 (Tablo 32) kodlu öğrencilerin hidroliz kavramından bahsettikleri görülürken, son kavram haritalarında T1 (Tablo 21), T6 (Tablo 27, Tablo 28), T9 (Tablo 31), T11 (Tablo 33) ve T12 (Tablo 34), kodlu öğrencilerin, hidroliz kavramından bahsettikleri görülmektedir. ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerden sadece A1 kodlu (Tablo 42) öğrencinin, son kavram haritasında hidroliz kavramlarıyla bağlantı yaptığı görülmektedir. Buradan, son kavram haritasında Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin hidroliz kavramı için kurdukları bağlantıların sayısının ön kavram haritalarından daha fazla olduğu gözlenmektedir. Bu durum, Türkiye’deki öğrencilerin uygulamadan sonraki anlamalarının daha iyi olduğu şeklinde ifade edilebilir. Ayrıca, Türkiye’deki öğrencilerin ön bilgilerinin ABD’deki

öğrencilerin ön bilgilerine oranla daha iyi olduğu ve yapılan uygulama sonunda daha çok gelişme gösterdikleri söylenebilir. Örneğin, T1 kodlu öğrenci son kavram haritasında hidroliz kavramıyla ilgili tuz ve hidroliz kavramları arasında kurduğu bağlantıdaki önermeye bakıldığında “tuzların suda iyonlaştığında iyonlardan birinin suyla  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  oluşturmasına denir” şeklindeki ifadesi bu öğrencinin hidroliz kavramı ile ilgili doğru anlamaya sahip olduğunu göstermektedir. Pınarbaşı (2007), üniversite öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, hidroliz kavramının maddenin su tarafından iyonlarına ayrışması olarak düşünüldüğünü ortaya koymaktadır. Yürütülen bu çalışmada ise, öğrencilerin bu şekilde bir yanılığarı bulunmamaktadır. Buna rağmen, bu kavram yanılığının nedeni düşünüldüğünde, lise ders kitaplarında “...monomerlerden birisi hidroksil grubu (-OH), diğeri ise hidrojeni (-H) verir. Bu tepkimenin tekrarlanmasıyla monomerler teker teker zincire eklenir ve polimer oluşur. Bu olayın tersi, yani büyük moleküllerin su katılmasıyla küçük moleküllere parçalanması ise su ile parçalanma anlamına gelen hidroliz olarak adlandırılır” (MEB, 9. Sınıf Kimya ders Kitabı, 2011) ifadesi sebep olmuş olabilir. Pınarbaşı (2007)’nin çalışmasında rapor etmiş olduğu bu yanılığ öğrencilerin hidroliz kavramını su ile parçalanma olarak öğrenmeleri sonucunda vardıkları bir genelleme olmuş olabilir.

#### 4.1.7. Tampon Çözeltiler Kavramına Yönelik Tartışma

Türkiye’deki ve ABD’deki öğrencilerin ön ve son KİT’te tampon çözelti anahtar kavramı ile ilgili vermiş oldukları cevap kelimelere ve zihin haritalarında ortaya çıkan bağlantılara bakıldığı zaman (Tablo 12; Tablo 13; Şekil 12; Şekil 15; Şekil 18; Şekil 19; Şekil 22; Şekil 25), Türkiye’deki öğrencilerin ön KİT’te son KİT’e göre daha fazla cevap kelime yazdıkları görülmekteyken ABD’li öğrencilerin son KİT’te ön KİT’e göre daha fazla cevap kelime yazdıkları görülmektedir. Ayrıca, her iki gruptaki öğrencilerin son KİT’te aynı anahtar kavramlarla bağlantı kurdukları anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin tampon çözelti etkinliğinde geçen kavramları özümsemiş olmalarından kaynaklanabilir.

Öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında tampon çözelti kavramıyla ilgili yaptığı bağlantılara bakıldığı zaman, ön kavram haritasında Türkiye’deki örnekleme bulunan öğrencilerden hiçbirinin bu anahtar kavram ile ilgili bağlantı yapmadıkları, buna karşın son kavram haritasında, T1 (Tablo 21), T3 (Tablo 23, Tablo 24), T4 (Tablo 25), T6 (Tablo 27,

Tablo 28), T7 (Tablo 29), T8 (Tablo 30) ve T9 (Tablo 31) kodlu öğrencilerin, tampon çözelti kavramını kullanarak bağlantı yaptıkları görülmektedir. Buna benzer şekilde, ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin hiçbirinin ön kavram haritasında tampon çözelti kavramını kullanarak bağlantı yapmadıkları, son kavram haritasında ise A3 (Tablo 45, Tablo 46), A4 (Tablo 47) ve A5 (Tablo 48) kodlu öğrencilerin tampon çözelti kavramlarını kullandıkları görülmektedir. Özetle, her iki gruptaki öğrencilerin çoğunluğunun son kavram haritasında tampon çözelti kavramı ile ilgili daha çok önerme yazdıkları anlaşılmaktadır. Bu durum her iki gruptaki öğrencilerin bu kavramı iyi anladıklarının bir göstergesi olabilir. Öğrencilerin süreç içerisinde TGA etkinliklerine bakıldığı zaman, bu etkinlikle ilgili sorunlarının olmadığı görülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğunun etkinlikte doğru ya da kısmen doğru kategorisinde cevap verdikleri görülmektedir. Son durumda, ortaya çıkan bu sonuç şaşırtıcı değildir. Bu durum, öğrencilerin etkinlikte öğrendiklerini uygulamaya dökmeleri olarak da yorumlanabilir.

#### **4.1.8. Asit-Baz Tanımlarına (Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis) Yönelik Tartışma**

Türkiye'deki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında, asit-baz tanımları ile ilgili kurdukları bağlantılara bakıldığı zaman, ön kavram haritalarında hiçbir öğrencinin asit-baz tanımlarından bahsetmediği görülmektedir. Buna karşın son kavram haritalarında T2 (Tablo 22) ve T5 (Tablo 26) kodlu öğrencilerin Arrhenius asit-baz tanımı içerisine girebilecek tanımlar yaptıkları; T6 kodlu (Tablo 27, Tablo 28) öğrencinin, Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit baz tanımları ile ilgili bağlantı kurduğu ve T8 (Tablo 30) ve T11 (Tablo 33 ) kodlu öğrencilerin Lewis asit-baz tanımlarını içeren bağlantı yaptıkları görülmektedir. ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerden A5 kodlu (Tablo 48) öğrencinin ön kavram haritasında Arrhenius asit-baz tanımının içerisine girebilecek bağlantı yapmasının dışında, diğer öğrencilerin asit-baz tanımlarını içeren bağlantıları yapmadıkları anlaşılmaktadır. Buna karşın son kavram haritasında, A1 (Tablo 42) kodlu öğrencinin Arrhenius asit-baz tanımı içerisine girebilecek tanım yaptığı, A2 (Tablo 43, Tablo 44) kodlu öğrencinin Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit-baz tanımlarının içerisine girebilecek bağlantılar yaptığı, A5 kodlu öğrencinin ise Lewis asit-baz tanımının içerisine girebilecek bağlantılar kurduğu gözlenmektedir. Özetle, her iki örneklem grubundaki öğrencilerin, son kavram haritasında asit-baz tanımları ile ilgili daha çok ifade

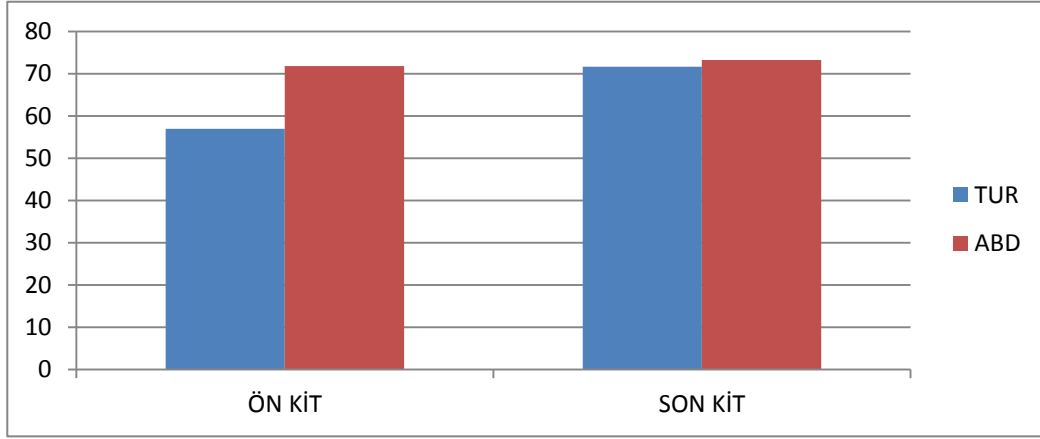
kullandıkları, dolayısıyla daha çok önerme yazdıkları anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin uygulamadan sonraki anlamalarının uygulamadan önceki anlamalarına göre daha iyi olduğu şeklinde ifade edilebilir. Her iki gruptaki öğrencilerin süreç içerisinde yaptıkları etkinliklere bakıldığı zaman, öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğru ya da kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Öğrencilerin TGA etkinliklerinden elde ettikleri bu kazanımları son kavram haritasında da kullanmaları, irdelenen teorileri anladıkları şeklinde yorumlanabilir.

#### **4.1.9. Kelime İlişkilendirme Testinin Bütününden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma**

Türkiye'deki ve ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin, kelime ilişkilendirme testinden elde ettikleri puanlara bakıldığı zaman, son KİT'te genel olarak bir artış gözlenmektedir. Öğrencilerin bazı anahtar kavramlarda, örneğin, hidroliz, konsantrasyon ön KİT'te daha fazla cevap kelime yazdıkları görülmektedir. Ancak verilen cevap kelimelerin içeriğine bakıldığı zaman, öğrencilerin hidroliz kavramını elektroliz kavramıyla karıştırdıkları, konsantrasyon anahtar kavramını ise disiplinler arası kullanarak, motivasyon, ilgi gibi cevap kelimeler yazdıkları görülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin ön KİT'te bazı anahtar kavramlara alakasız cevap kelimeler verirken, son KİT'te ise daha bilimsel cevap kelimeler verdikleri görülmektedir. Elde edilen bu sonuç literatür ile örtüşmektedir. Bahar ve Tongaç (2009), Nakiboğlu (2008), Özatlı (2006), Özatlı ve Bahar (2003) yaptıkları çalışmalarda, KİT'i ön ve son test olarak uygulamışlardır. Uygulama sonucunda, son KİT'te öğrencilerin anahtar kavramlara daha bilimsel cevaplar verdikleri rapor edilmiştir.

Türkiye'deki örneklem grubundaki öğrencilerin kesme noktası dikkate alınarak hazırlanan zihin haritalarına bakıldığı zaman, KN= 8 ve yukarı için ön KİT'te 5 anahtar kavramın, son KİT'te ise 6 anahtar kavramın ortaya çıktığı görülmektedir. KN=7-5 için ön KİT'te 12 anahtar kavram, son KİT'te 13 anahtar kavramın ortaya çıktığı gözlenmektedir. ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin, ön KİT'te KN=4 için 3 anahtar kavramın, son KİT'te 7 anahtar kavramın, zihin haritasında ortaya çıktığı gözlenmektedir. KN=3 için ön KİT'te 11 kavramın ortaya çıktığı, son KİT'te ise 12 anahtar kavramın ortaya çıktığı gözlenmektedir. Türkiye'deki öğrencilerin ön ve son KİT'te KN=4-2 için bağlantı kurulmamış anahtar kelime kalmazken, yani bağlantı kurulmamış hiçbir adacık

kalmazken, ABD'deki öğrencilerin ön KİT'te KN=2 için zihin haritasında 3 adacığın oluştuğu, son KİT'te ise hiçbir adacığın oluşmadığı gözlenmektedir. Bu durum, öğrencilerin, uygulama sonrasında verilen anahtar kavramları birbirleriyle daha çok ilişkilendirdikleri şeklinde ifade edilebilir. Buradan yola çıkarak ABD'deki öğrencilerin gelişimlerinin Türkiye'deki öğrencilere göre daha iyi olduğu söylenebilir.



Şekil 50. Türkiye ve ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son KİT'lerden aldıkları ortalama puanlar

Şekil 50'de her iki gruptaki öğrencilerin, ön ve son KİT'ten elde edilen ortalamaları gösterilmektedir. Türkiye'deki öğrencilerin ön KİT'ten elde edilen ortalamaları 56,91 iken son KİT'te 71,66'dır. ABD'deki öğrencilerin ön KİT'ten elde edilen ortalamaları 71,8 iken son KİT'te 73,2'dir. Şekilden de görüldüğü gibi ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin, ön ve son KİT'te Türkiye'deki öğrencilere göre daha fazla cevap kelime yazdıkları ve ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, ABD'deki eğitim sisteminin daha çok öğrencilerin kendilerini ifade etmelerine yönelik, Türkiye'deki öğrencilerin LGS sistemine aşına olmalarından kaynaklanmış olabilir.

#### 4.1.10. Kavram Haritasının Bütününden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

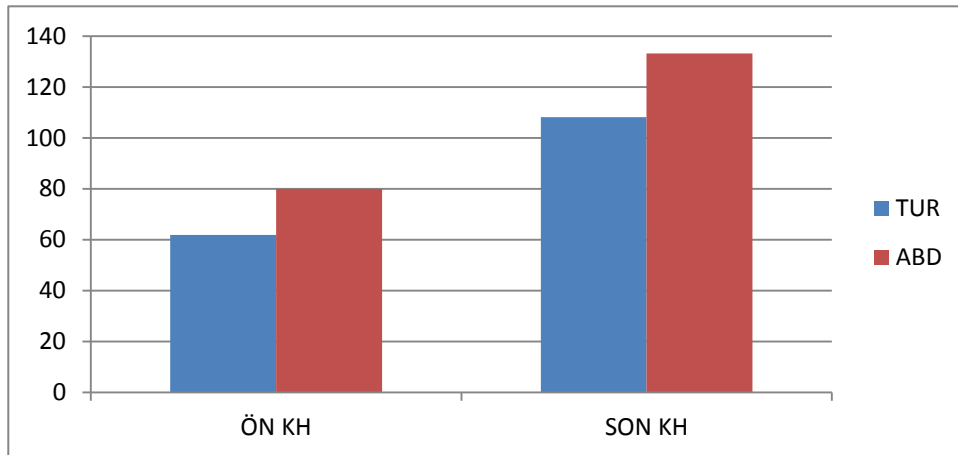
Kavram haritasının bütününden elde edilen bulgular üç kısımda tartışılacaktır. Tartışma, her iki örneklem grubundaki öğrenciler için karşılaştırmalı olarak yapılacaktır.

#### 4.1.10.1. Kavram Haritası Analizinin 1. Kısımından Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Öğrencilerin çizmiş oldukları kavram haritası şekil olarak incelendiğinde, Türkiye'deki öğrencilerden sadece T5 kodlu (Tablo 14) öğrencinin ön ve son kavram haritasında hiyerarşik kavram haritası çizdiği, diğer öğrencilerin ise hiyerarşik olmayan kavram haritası çizmeyi tercih ettikleri anlaşılmaktadır. Buna karşın, ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin tamamının ön ve son kavram haritalarında hiyerarşik olmayan kavram haritası çizdiği görülmektedir. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin hiyerarşik olmayan kavram haritaları çizmeleri, asit-baz kimyasının hiyerarşik yapıda bir kavram haritası çıkartmaya olanak vermemesinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, yapılan bazı çalışmalarda da öğrencilerin kavram haritası hazırlarken hiyerarşik bir yapıdan ziyade, hiyerarşik olmayan bir yapıyı tercih ettikleri bilinmektedir (Novak ve Gowin, 1984; Ruiz-Primo ve Shavelson, 1996; Ebenezer ve Haggerty, 1999; Kaya, 2003; Kaya ve Ebenezer, 2003; Kaya, 2008).

#### 4.1.10.2. Kavram Haritası Analizinin 2. Kısımından Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Öğrencilerin kavram haritasının ikinci kısmından elde edilen toplam puanlar irdelenen beş kategoriden elde edilmiştir. Bu kategoriler, kavramların sayısı, örneklerin sayısı, çapraz bağlantı sayısı, hiyerarşi sayısı ve önermelerin sayısıdır.



Şekil 51. Türkiye ve ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında aldıkları toplam ortalamalar



Şekil 51, Türkiye'deki ve ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları toplam ortalamaları göstermektedir. Şekil incelendiğinde, her iki gruptaki öğrencilerin son kavram haritalarında almış oldukları ortalama artış gözlenirken, ABD'li öğrencilerin ön (ortalama, 80) ve son (ortalama, 133,2) kavram haritalarında almış oldukları toplam puanların Türkiye'deki öğrencilerin ön (ortalama, 61,8) ve son (ortalama, 108,16) kavram haritalarının ortalamalarından daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Her iki gruptaki öğrencilerin son KH'larında ön KH'larından yüksek puan almaları istenen bir durumdur. Benzer bir durum, KİT'teki ön ve son alınan ortalamalarda da göze çarpmaktadır. KİT'teki ön ve son ortalamalarda da ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin Türkiye'deki örneklem grubundaki öğrencilerden daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu durum, her iki ülke arasındaki eğitim sisteminin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Diğer bir deyişle, bu durum ABD'li öğrencilerin daha çok deney ve yorum yapma alışkanlıklarından, Türkiye'deki öğrencilerin ise sınav odaklı çalışmalarından kaynaklanmış olabilir.

Türkiye'deki ve ABD'deki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları toplam puanlar incelendiğinde (Tablo 15, Tablo 36), örneklemdeki öğrencilerin tamamının son kavram haritasında daha yüksek puan aldıkları görülmektedir. Buna rağmen, öğrencilerin “birbirine bağlantılılık” değerinden aldıkları ön ve son puanlara bakıldığında, Türkiye'deki örneklemde yer alan T3 ve T12 kodlu öğrencilerin, ABD'deki örneklem grubundaki A3 kodlu öğrencinin, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmediğini görülmektedir (Tablo 16, Şekil 27, Tablo 37, Şekil 29).

Her iki grupta yer alan, öğrencilerin kullandıkları kavramların sayısına bakıldığında, son kavram haritalarında, ön kavram haritalarına oranla daha fazla sayıda kavram yazdıkları görülmektedir. Türkiye'deki öğrencilerin ön kavram haritalarında, “asit ve baz tepkimeleri”, “asit ve bazların genel özellikleri”, “pH”, “turnusol kağıdı”, “H<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonları” gibi kategorilerin oluştuğu görülürken, son kavram haritasında ön kavram haritasında ortaya çıkan kategorilere ilave olarak “titrasyon”, “eş değerlik noktası”, “dönüm noktası”, “tampon çözelti”, “hidroliz”, “elektron alan, veren”, “orbital” gibi kavramların öne çıktıkları görülmektedir. ABD'deki öğrencilerin, ön kavram haritasında “asit ve bazların genel özellikleri”, “pH”, kuvvetli ve zayıf asit ve bazlar” gibi kategorilerin oluştuğu gözlenirken, son kavram haritasında, ön kavram haritasında ortaya çıkanların yanı sıra “pOH”, “konjuge asit-baz”, “hidroliz”, “titrasyon”, “eş değerlik noktası”, “dönüm noktası”, “kuvvetlilik”, “tampon çözelti”, “indikatörler” kategorilerinin

oluştugu gözlenmektedir. Her iki gruptaki öğrencilerin, son kavram haritasındaki önermelere bakıldığı zaman daha fazla sayıda önerme yazdıkları ve yazdıkları önermelerin daha çok doğru kategorisinde olduğu görülmektedir. Bu durum, yapılan öğretimin olumlu sonuç doğrulmasından olmuş olabilir.

Kavram haritasının ikinci kısmındaki kriterlerden birisi olan “örneklerin sayısı” kriterine bakıldığı zaman, Türkiye’deki öğrencilerin (Tablo 18) büyük çoğunluğunun ön ve son kavram haritalarında örnek göstermedikleri görülmektedir. ABD’deki öğrencilerin 3 tanesinin ön kavram haritasında örnek vermesine karşın, son kavram haritalarında sadece bir tane öğrencinin örnek verdiğini göstermektedir (Tablo 39). Buna karşın, ön ve son KİT’ten elde edilen sonuçlara bakıldığı zaman, öğrencilerin son KİT’te ön KİT’e göre daha fazla sayıda örnek vermekte olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin incelenen kavramlarla ilgili örnekleri bilmelerine karşın, kavram haritasında bunu yansıtamamış olmalarından kaynaklanabilir.

#### **4.1.10.3. Kavram Haritası Analizinin 3. Kısmından Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma**

Her iki gruptaki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında yapmış oldukları önermelere bakıldığı zaman, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerden T6 kodlu öğrencinin, ön kavram haritasında % 75’inin MAS’da, % 12,5’inin MİS’de, % 12,5’inin SES’de, son kavram haritasında kullandığı 18 kavramın % 83,3’ünün MAS’da, % 16,7’sinin MİS’de olduğu gözlenmektedir. A2 kodlu öğrencinin ön kavram haritasında kullandığı, 22 kavramdan % 50’sinin MAS’da, % 45,5’inin MİS’de, % 4,5’inin SES’de olduğu görülürken, son kavram haritasında, % 88’i MAS’da, %48’i SES’de, %8’i SES’de olduğu görülmektedir. Her iki grupta anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen öğrencilerin ön ve son kavram haritalarına bakıldığı zaman, T3 kodlu öğrencinin ön kavram haritasındaki önermelerinin % 87,5’inin MAS’de, %12,5’inin MİS’de olduğu görülürken, son kavram haritasında kullanılan 10 kavramın %100’ünün MAS’da olduğu gözlenmektedir. A3 kodlu öğrencinin, ön kavram haritasında kullandığı 10 kavramın % 100’ünün MAS’da, son kavram haritasında kullanılan 15 kavramın % 93,3’ünün MAS’da, % 13,4’ünün MİS’de olduğu görülmektedir. Özetle, her iki grupta anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren ve gerçekleştiremeyen öğrencilerin son kavram haritalarında ön kavram haritalarına oranla daha yüksek oranlarda MAS, MİS ve SES yaptıkları görülmektedir.

Ayrıca, her iki gruptaki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında en fazla MAS’da önerme yazdıkları anlaşılmaktadır. Bu durum, hazırlanan bilgisayara dayalı materyallerin hazırlanma yüzdelerine bakıldığında da MAS’da hazırlanan etkinliklerin yüzdesinin en fazla olduğu görülmektedir. Dolayısıyla sonuçta ortaya çıkan bu durum şaşırtıcı değildir. (TGA etkinlikleri incelendiği zaman, etkinliklerin gözlem basamaklarında MAS, MİS ve SES’deki gelişen olaylar incelendiğinde, 3 etkinliğin (Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis) MAS, MİS ve SES’de olduğu; 5 etkinliğin (AME, BME, Nötrleşme, pH, titrasyon) MAS-SES’de olduğu; 4 etkinliğin (indikatörler, iletkenlik, AKBE, tampon çözelti) MAS’da olduğu; 2 etkinliğin (hidroliz, kuvvetlilik ve konsantrasyon) MİS-SES’de olduğu görülmektedir. Buna göre, toplamda 14 etkinliğin % 21,4’ü MAS-MİS-SES’de, % 35,7’si MAS-SES’de, % 28,6’sı MAS’da ve % 14,3’ü MİS-SES’de olduğu görülmektedir. İstatistikler başka bir açıdan incelendiğinde, içinde MAS bulunan etkinliklerin toplam etkinliklerin (% 21,4 + %35,7 + %28,6) %85,7’sinde, içinde MİS bulunan etkinliklerin toplam etkinliklerin (% 21,4 + % 14,3) % 35,7’sini, içinde SES bulunan etkinliklerin toplam etkinliklerin (% 21,4 + % 35,7 + % 14,3) %71,4’ünü oluşturduğu gözlenmektedir)

#### 4.1.11. Çizimlerin Bütününden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Öğrencilerin ön ve son çizimleri şekil olarak analiz edildiğinde, Türkiye’deki öğrencilerin (Şekil 30), uygulamadan sonra yaptıkları çizimlerin, ön çizimlerine göre anlama seviyelerinin daha iyi olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşın, ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin son çizimlerinde bir iyileşme olmadığı görülmektedir (Şekil 32). Bu durum, Türkiye’deki öğrencilerin mikro boyutta çizimleri, ABD’deki öğrencilere göre daha iyi anladıkları şeklinde yorumlanabilir. ABD’deki öğrencilerin uygulama esnasında edindikleri bilgileri son çizimlerde gösterememelerinin nedeni, öğrencilerin süreçte edindikleri bilgileri özümseyememelerinden kaynaklanmış olabilir. Buna ilave olarak, Özden (2009)’in ifade ettiği gibi, çizim yönteminin sınırlığı ve öğrencilerin atom ve molekülleri çizme becerisindeki eksiklik onların yaptıkları çizimleri etkilemiş olabilir.

Türkiye’deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son çizimleri esnasında yapılan mülakat bulgularına bakıldığı zaman, ön çizim mülakatlarında “çözünme”, “pH”, “derişim”, “etki”, “aktiflik”, “iyonlaşma” ve “açıklama yok” gibi kategorilerin oluştuğu gözlenmektedir (Tablo 50). Oluşan bu kategorilerden pH, derişim, etki ve aktiflik kategorilerinde kavram yanlışları tespit edilmiştir. Öğrencilerin pH ve derişim

kategorilerinde belirlenen kavram yanılgıları pH ve konsantrasyon kavramlarının tartışmaları altında tartışılmıştır. Bu nedenle, burada bir daha değinilmeyecektir. Etki ve aktiflik kodları altında öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarına bakıldığı zaman, T6 kodlu öğrencinin kuvvetli asitlerin, asitlerin tüm özelliğini gösterirken, zayıf asitlerin, asitlerin tüm özelliğini göstermediğini ifade etmiştir. T10 kodlu öğrencinin kuvvetli asitlerin etkilerinin daha fazla olup daha çok yaktığını ifade ederken, zayıf asitlerin daha az yaktığını ifade etmiştir. T2 kodlu öğrencinin kuvvetli asitlerin tepkime sırasında daha çok aktiflik gösterdiğini, T12 kodlu öğrenci ise kuvvetli asitlerin daha çok tepkime verdiklerini ifade etmiştir. Öğrencilerin kuvvetli asitleri etki ve aktiflik bakımından zayıf asitlere oranla daha aktif ve etkili görmesinin nedeni kuvvetli kelimesinin kendisinden kaynaklanmış olabilir. Kuvvetli olduğu için fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından daha üstün olabilecekleri tarzında bir genelleme yapmalarından kaynaklanmış olabilir. ABD’li öğrencilerin ön çizim mülakatlarından oluşan kodlara bakıldığı zaman, “bağlar”, “iyonlar”, “mol, konsantrasyon”, “pH”, “etki”, “aktiflik” ve “reaksiyon” kategorilerinin oluştuğu gözlenmektedir (Tablo 55). Öğrencilerin, pH ve mol/konsantrasyon kategorileri altında verdikleri cevaplar yukarıdaki kısımlarda açıklandığı için bir daha değinilmeyecektir. “Etki”, “aktiflik” ve “reaksiyon” kategorilerinin altında verdikleri cevaplarda öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip oldukları gözlenmektedir. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları şu şekildedir: A5 kodlu öğrenci, kuvvetli asitlerin içersine bir şey atıldığı zaman, atılan şeyin büyük oranda etkileneceğini; A1 kodlu öğrenci kuvvetli asitlerin bir şeyin içersine konulduğu zaman, kuvvetli reaksiyon vereceğini; A4 kodlu öğrenci kuvvetli asitlerin aktiflik serisinde yüksek sıralarda olduğunu ifade etmiştir. ABD’li öğrencilerin sahip olduğu yanılgılar ile Türkiye’deki öğrencilerin sahip olduğu yanılgılar benzerlik göstermektedir.

Ön çizim mülakatlarında Türkiye’deki öğrencilerin moleküler boyutta kuvvetli bir asidi nasıl hayal ettikleri ile ilgili elde edilen bulgulara bakıldığı zaman (Tablo 51), “H<sup>+</sup> iyonları”, “Diğer iyonlar”, “Bağlar”, “Görünüş, büyüklük”, “Çekim kuvveti”, “Molekül boyutu”, “iyonlaşma” ve “çizim yok” gibi kategorilerin oluştuğu görülmektedir. T7, T8, T9, T11 ve T12 kodlu öğrencilerin ortamda H<sup>+</sup> iyonu görmeyi bekledikleri, bunun yanında sadece T7, T9 ve T11 kodlu öğrencilerin diğer iyonlardan bahsettikleri görülmektedir. T6 kodlu öğrenci kuvvetli asitlerin kalabalık olmasını, T10 ve T4 kodlu öğrenciler moleküllerinin sıkı sıkı olmasını, T2 kodlu öğrenci moleküllerinin küçük ve sıkı olmasını beklerken, T1 kodlu öğrenci kuvvetli asitlerin molekül boyutlarının değiştiğini

düşünmemektedir. Zayıf asitlerle ilgili ise, T10 kodlu öğrenci moleküllerinin dağınık olmasını, T4 ve T7 kodlu öğrenciler seyrek olmasını beklemektedir. ABD’li öğrencilerin ise ön çizimlerinde “moleküler boyut, hal”, “görünüş, büyüklük”, “çekim kuvveti” ve “çizim yok” kategorilerinin olduğu gözlenmektedir (Tablo 56). A1, A3 ve A4 kodlu öğrencilerin kuvvetli asitlerin moleküllerinin birbirine çok yakın olduğu ifade ederken zayıf asitlerin dağınık, ayırık ve birbirine yakın olmayan şekilde olacağını ifade etmişlerdir. Her iki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin birbirine benzer ifadeler kullandıkları görülmektedir. Öğrencilerin kuvvetli asitlerin moleküllerinin sıkı vs.. olduğunu düşünürken, zayıf asitlerin dağınık vs. olduğunu düşünmeleri bu öğrencilerin kuvvetli asitlerin değişimlerinin fazla olduğu gibi kavram yanılgılarına sahip olmalarından kaynaklanabilir.

Son çizim mülakatlarında Türkiye’deki örneklem grubundaki 9 öğrencinin, kuvvetli asitlerin % 100 iyonlaştıklarından, 7 öğrencinin ise zayıf asitlerin kısmen iyonlaştıklarından bahsettiği gözlenmektedir (Tablo 52). Bununla ilgili olarak ön çizim mülakatlarında 1 öğrencinin, iyonlaşma kavramından bahsetmiştir. ABD’li öğrencilerin ise son çizim mülakatlarında iyonlaşmadan bahsetmedikleri görülmektedir (Tablo 56). Bu öğrencilerin çizimlerine bakıldığı zaman, öğrencilerin çoğunluğunun yanlış ya da kavram yanılgısı kategorisinde çizimler yaptığı düşünülürse mülakatlardan ortaya çıkan bu durum şaşırtıcı değildir. Buna karşın Türkiye’deki örneklem grubundaki öğrencilerin asitlerin kuvvetliliğinin iyonlaşmaları ile ilgili olduğunu bilmeleri istenen bir durumdur.

Son çizim mülakatlarında ortaya çıkan A3 kodlu öğrencinin pH ile ilgili kavram yanılgısına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu öğrencinin, ön ve son kavram haritaları incelendiğinde, öğrencinin bu yanılgısını devam ettirdiği sonucuna ulaşılabilir.

Öğrencilerle son çizimler hakkında yapılan mülakat esnasında, onlara sorulan, kendinizi çok küçük bir insan olarak hayal edin ve kuvvetli bir asit ve zayıf bir asit çözeltisinin içersine girdiğinizde ortamda ne görmeyi beklersiniz sorusuna Türkiye’deki öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 52’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi Türkiye’deki örneklem grubundaki T1, T4, T5 ve T10 öğrencilerin, asit içersine girince asidin kendilerini yakacaklarını, eriteceklerini ya da kendilerinin öleceklerini ifade etmişlerdir. Tablo 57’de görüldüğü gibi ABD’deki örneklem grubundaki A2 kodlu öğrencinin ise iyonların kendisine saldıracağını düşünmüştür. Görüldüğü gibi her iki örneklem grubundaki öğrencilerin asidin kendilerine zarar vereceklerini düşünmektedirler. Bu durum, bu öğrencilerin günlük yaşamda TV ve ya okulda asidin zararlı ya da üzerlerine

dökülünce yakıcı olduğunu düşünmelerinden kaynaklanabilir. Buna ilave olarak, öğrenciler MAS’da karşılaştıkları bu durumu MİS’te de düşünmüş olabilir. Öğrenciler bazen makroskobik olaylardaki fiziksel özellikleri mikro seviyeye de uygulayabilmektedirler. Örneğin bir odun yandığında, onun moleküllerinin de yandığı, çinko metalinin mavi renkli bakır(II) sülfat çözeltisinde yer değiştirmesi sonucunda  $\text{Cu}^{+2}$  iyonlarının da mavi renkli olduğunu düşünmeleri ya da kırmızı- kahve renkli bakır metalinin mikroskobik boyutta da kırmızı- kahverengi olduklarını düşünmeleri buna örnek olarak verilebilir (Ben-Zvi, Eylon, ve Silberstein, 1986; Gilbert ve Chandrasegaran, 2009). Bu durum, öğrencilerin, atom, molekül ve iyonları makroskobik seviyede gerçekleşen olayların devam eden bir kısmı olarak düşünmelerinden kaynaklanmış olabilir.

Tablo incelendiğinde, ön ve son çizimlerinde T1 kodlu öğrencinin yanlış kategorisinde, T2 ve T10 kodlu öğrencilerin kavram yanılgısı kategorisinde çizimler yaptıkları görülmektedir. Bu üç öğrencinin süreçte mikroskobik boyuttaki çizimler için “hidroliz” ve “kuvvetlilik ve konsantrasyon” etkinlikleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda bu öğrencilerin bu etkinliklerde özellikle gözlem basamağında doğru çizimler yapmadıkları görülmektedir. Öğrencilerin süreç içerisinde doğru kategorisinde çizim yapamamaları, animasyonlarda gösterilen çizimlerden başka çizimler yapmaları onları son durumda başarısız çizim yapmaya götürmüş olabilir. Diğer bir deyişle, bu öğrencilerin süreç içerisinde istenilen bilgilere ulaşamadıklarından dolayı son çizimlerde başarısız oldukları söylenebilir. Bunun yanında, T3, T4, T5, T6, T7, T11, T12 kodlu öğrencilerin son çizimlerinde ön çizimlerine oranla daha iyi anlama seviyelerinde çizim yaptıkları görülmektedir. Bu öğrencilerin süreçte yaptıkları çizimler incelendiğinde, gözlem basamaklarında kısmen doğru seviyelerde çizim yaptıkları görülmektedir. Buradan yola çıkarak, süreçte kısmen doğru seviyede çizim yapan öğrencilerin son çizimlerinde de kısmen doğru kategorisinde çizimler yaptıkları görülmektedir. İlgili literatür incelendiğinde, Kelly ve Jones (2007)’un çalışmasında öğrencilerin animasyon ile uygulanan eğitimden sonra yapmış oldukları çizimlerin doğruluk seviyelerinde bir artış olduğu rapor edilmiştir. Bu durum, Türkiye’deki örneklem grubunda bulunan sonuçlarla paralellik gösterirken, ABD’li öğrencilerin sonuçlarıyla zıtlık göstermektedir. Ayrıca, Türkiye’deki öğrencilerin incelenen konularla ilgili kavramsal anlamalarına bakıldığı zaman ABD’li öğrencilerden daha iyi oldukları görülmektedir. Bu durum, literatürde yer alan bazı çalışmalarda animasyon sağlanarak yapılan kimya derslerinde öğrencilerin

kavramsal anlamalarının geliştiği bilgisiyle örtüşmektedir (Williamson ve Abraham 1995; Sanger ve diğerleri, 2000; Dori ve Barak, 2001; Kelly ve diğerleri, 2004).

Son çizimlerde doğru kategorisinde çizim yapan öğrenci bulunmamaktadır. Bu durum, bazı öğrencilerin moleküllerin atom büyüklüklerini dikkate almadan çizim yapmaları ya da iyonlaşmış olan moleküllerin yüklerini üzerlerine yazmamalarından kaynaklanmıştır. Öğrencilerin tamamının bu duruma vurgu yapmaması, bu durumun onlar için çok önemli olmadığını gösterebileceği gibi, bunları çizmenin onlar için güç bir durum olduğunu da gösterebilir.

Türkiye'deki öğrencilerin ön çizim mülakatları incelendiğinde (Tablo 50), kuvvetli asitlerin zayıf asitlere göre daha aktif ve etkisinin daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca, öğrenciler, moleküler boyutta daha çok  $H^+$  iyonu görmeyi beklemelerinin yanı sıra diğer iyonlardan çok az bahsetmektedirler. Kuvvetli asitlerin moleküllerinin daha sık ve küçük olduğundan, zayıf asitlerin ise tam tersi olduğundan bahsetmektedirler. Son çizimlerinde ise, öğrencilerin daha doğru ifadeler kullandıkları görülmektedir ve öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramlarda azalmalar meydana gelmiştir. Bu durum, öğrencilerin son durumlarında bir iyileşme olduğu şeklinde ifade edilebilir.

## **4.2. Araştırmanın İkinci Alt Probleminden Elde Edilen Bulguların Tartışılması**

Araştırmanın ikinci alt problemi, “Hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri öğrencilerin asit-baz kavramlarının gelişim sürecine nasıl bir katkı sağlamıştır?” şeklindedir. Öğrencilerin, bu problemin çözümüne yönelik bulguları TGA etkinliklerinden elde edilmiştir. Bu kısımda, öncelikle her iki örneklem grubundaki öğrencilerin, incelenen TGA etkinlikleri ile ilgili genel profili çizilip sonrasında anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6, A2 ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 ve A3 kodlu öğrencilerin bu süreçten nasıl geçtikleri detaylı bir şekilde irdelenmeye çalışılacaktır.

### **4.2.1. Asit-Baz Kavramlarına Yönelik Tartışma**

Öğrencilerden asit-baz kavramıyla ilgili elde edilen bulgular indikatörler 1–6 etkinliklerinden elde edilmiştir. Bu TGA etkinliğinde, limon suyu, kabartma tozu, çamaşır suyu, sofr tuzu, sabunlu su ve sirke gibi maddelerin asidik, bazik ve nötr olup

olmadıklarının sorulmuştur. Öğrencilerin, TGA etkinliklerinde yaşadıkları bu süreç tartışılırken öncelikle her bir etkinlik için ayrı ayrı tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında tüm öğrencilerin anlama seviyeleri belirtilmiş sonrasında ise anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren ve gerçekleştiremeyen öğrencilerin nasıl bir süreçten geçtikleri tartışılmıştır. Bu etkinlikle ilgili T3 kodlu öğrencinin Tablo 60, T6 kodlu öğrencinin Tablo 78’de yer alan tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarından elde edilen bulgular tartışılacaktır. ABD’deki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin Tablo 93’de ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin Tablo 108’de verilen tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarından bahsedilecektir.

İlk etkinlik olan Limonlu su etkinliğinde, 6 öğrenci doğru tahminde bulunurken, 6 öğrenci kısmen doğru kategorisinde tahminde bulunmuştur. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin bu aşamada yazdıklarına bakıldığı zaman, limonun asit olduğu ve alacağı rengi de doğru tahmin ederek doğru kategorisinde cevaplar verdiği anlaşılmaktadır (Tablo 78). Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin de bu aşamada doğru tahminde bulunduğu göze çarpmaktadır (Tablo 60). Öğrencilerin daha önceki yıllarda da asit, baz ve tuz ünitesi altında bu konuyu görmüş olmaları ve limonun günlük hayatta sıkça karşılıklarına çıkan bir madde olmasından dolayı öğrencilerin doğru tahminde bulunmaları şaşırtıcı bir durum değildir.

Öğrencilerin, limon suyu etkinliği için tahmin sebeplerine bakıldığı zaman, 3 öğrenci doğru, 8 öğrenci kısmen doğru, 1 öğrenci ise kavram yanlılı sebebi yazmıştır. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin tahmin sebeplerine bakıldığı zaman, limonun asidik özelliklerin çoğunluğunu taşımasına bağladığı anlaşılmaktadır. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrenci ise limonun asitliğini tadının ekşiliğine bağlamıştır. Görüldüğü gibi öğrencilerden limonun neden asit olduğunu gerekçesi ile birlikte açıklamak da zorluk çektikleri gözlenmektedir. Bunun sebebi, öğrencilerin bu tarz uygulamalara ve gerekçe yazmaya alışkın olmamaları olmuş olabilir.

Kabartma tozu etkinliği ile ilgili, 2 öğrencinin doğru, 2 öğrencinin kısmen doğru, 5 öğrencinin yanlış sebep, 3 öğrencinin sebep yok kategorisinde cevaplar verildiği gözlenmektedir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen öğrencilerden T3 kodlu öğrencinin tahminine bakıldığı zaman öğrencinin kabartma tozunu baz olduğunu ve tahmin sebebinde kabartma tozunun acı olduğu için baz olduğunu ifade etmesi öğrencinin bu madde hakkında genel bir bilgiye sahip olduğunu göstermektedir. Anlamlı öğrenmeyi



gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin kabartma tozu ile ilgili yapmış oldukları tahminler yanlış kategorisindedir. Bu öğrencinin kabartma tozunun nötr olduğunu yazdığı görülmektedir. Bu öğrencilerin yapmış oldukları tahmin sebeplerine bakıldığı zaman, T6 kodlu öğrencinin “baz yada asit konusunda bir fikrim olmadığı için nötr olduğunu düşündüm”, şeklindeki ifadesi öğrencilerin kabartma tozu ile ilgili fazla bilgiye sahip olmadığını destekler niteliktedir. Öğrencilerin limon suyu ile ilgili yapmış oldukları tahminlere bakıldığı zaman, kabartma tozu konusunda fazla bilgiye sahip olmadıkları dolayısıyla asitlere bazlardan daha aşına oldukları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin bu durumu, ön KİT’te çıkan sonuç ile örtüşmektedir. Öğrencilerin yaptıkları tahminlere bakıldığı zaman, öğrencilerin asit kavramına baz kavramından daha aşına oldukları görülmektedir.

Çamaşır suyu ile ilgili etkinlikte, tahmin sebebi aşamasında, 12 öğrenciden 4’ü doğru, 6’sı kısmen doğru, 2 öğrencinin ise kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verdikleri görülmektedir. Anlamli öğrenmeye gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin tahminine bakıldığı zaman, kısmen doğru kategorisinde tahmin yaparak çamaşır suyunun baz olduğunu yazmıştır. Bununla birlikte, maddenin alacağı rengi yanlış tahmin etmiştir. Bu öğrencinin çamaşır suyunun bazik özelliklere sahip olduğu için baz olduğunu ifade ederek, tahmin sebebini net bir şekilde açıklayamadığı anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencinin sebep yazmaya alışkın olmamasından kaynaklanmış olabilir. T3 kodlu öğrencinin çamaşır suyunun baz olduğunu doğru tahmin etmesine karşın, hangi rengi alacağını tam olarak kestirememiştir. Çamaşır suyunun baz olmasının sebebini ise kaygan olmasına bağlamıştır. Buradan, öğrencinin çamaşır suyunun baz olduğunu bildikleri yalnızca, tahmin sebebi kısmında mor lahana suyu ilave edildikten sonra alacağı kesin rengi tahmin etmekte zorlandıkları görülmektedir. Çamaşır suyunun, evlerde temizlikte sıkça kullanılan bir madde olmasından dolayı, öğrenci bunu merak edip araştırmış olabilir.

Sofra tuzu etkinliğinde, 1 öğrencinin doğru, 7 öğrencinin kısmen doğru, 4 öğrencinin ise kavram yanlışlığı kategorisinde cevap verdikleri görülmektedir. T3 ve T6 kodlu öğrencilerin kavram yanlışlığı kategorisinde cevap verdikleri görülmektedir. Bu öğrencilerin tuzların nötr olduğunu düşündükleri, T6 kodlu öğrencinin “Asit ve bazın tepkimesinden oluşur. Tuz nötrdür.” ifadesinden de anlaşılmaktadır. Özetle, öğrencilerin günlük hayatta sıkça kullandıkları “sofra tuzu” nun nötr olduğunu bildikleri görülmektedir. Öğrencilerden bazılarının tuzların nötr olduğu ile ilgili yanlışları kavram haritası ve kelime ilişkilendirme testinden elde edilen bulgularla örtüşmektedir.

Sabunlu su etkinliğinde, tahmin sebebi basamağında, 7 öğrencinin doğru, 5 öğrencinin kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Buradan, öğrencilerin sabunlu suyun bazik bir madde olduğunu bildikleri anlaşılmaktadır. Günlük hayatta sıklıkla karşılaşılan bir madde olması ve öğrencilerin daha önceki yıllarda bu konunun benzerini görmüş olmalarından dolayı ortaya çıkan bu sonuç şaşırtıcı değildir.

Sirke etkinliğinde, öğrencilerin tamamı sirkenin asit olduğunu bilmelerine karşın tahmin sebebi basamağında, 3 öğrencinin doğru, 7 öğrencinin kısmen doğru, 1 öğrencinin kavram yanlışlığı bir öğrencinin ise sebep yok kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Buradan, öğrencilerin tamamının sirkenin asidik bir madde olduğunu bilmelerine karşın, bunun sebebini açıklamakta zorluk çektikleri görülmektedir. Sirkenin günlük hayatta sıkça karşılarına çıkan bir madde olmasından dolayı ortaya çıkan bu durum şaşırtıcı değildir.

Gözlem aşamasında, limon suyu, sabunlu su ve sirke etkinliklerinde tüm öğrencilerin doğru gözlem yaptıkları görülmektedir. Kabartma tozu etkinliğinde, 7 öğrencinin (T1, T2, T3, T4, T5, T6 ve T10) doğru kategorisinde, 5 öğrencinin (T7, T8, T9, T11 ve T12) ise kısmen doğru kategorisinde gözlem yaptıkları görülmektedir. Kısmen doğru kategorisinde cevap yazan öğrencilerin renkleri gözlemlenirken bazı eksikleri olduğu anlaşılmaktadır. Sofra tuzu etkinliğinde, T3 ve T8 kodlu öğrencilerin dışındaki öğrencilerin doğru kategorisinde gözlem yaptıkları görülmektedir. Bu iki öğrenci ise yanlış kategorisinde gözlem yapmışlardır. T3 kodlu öğrencinin sofra tuzunu nötr olarak düşünmesine, tuzların genellikle nötr olduğunu düşünmesine rağmen, gözlem aşamasında, mor lahananın kendi rengini mavi olarak ifade edip bunun bazik bir madde olacağına kanaat getirmiştir ve gözlem aşamasındaki bu durum, öğrenciyi yanlış açıklama yapmasına neden olmuştur.

Açıklama basamağında ise, öğrencilerin tamamının kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdikleri görülmektedir. Buradan öğrencilerin açıklama basamağında, eksiklikleri oldukları anlaşılmaktadır. Bu durum, bu öğrencilerin tahmin sebeplerini de doğru bir şekilde yapamadıklarından kaynaklanmış olabilir. İlgili literatür incelendiğinde, TGA'nın açıklama basamağının öğrenciler tarafından zor bir basamak olduğu ifade edilmektedir (Kearney, 2002).

ABD'li öğrencilerin tahmin basamağında, limon suyu etkinliğinde, 4 öğrencinin (A2, A3, A4 ve A5) doğru kategorisinde cevap verirken bir öğrenci (A1) kısmen doğru kategorisinde cevap vermişlerdir. Kabartma tozu etkinliğinde, öğrencilerin tamamının kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir.

Tahmin sebebi basamağında, limon suyu etkinliğinde, 2 öğrencinin (A3, A5) doğru, 3 öğrencinin (A1, A2, A4) kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. ABD’li anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren ve gerçekleştiremeyen öğrencilerin verdikleri cevaplara bakıldığı zaman, A2 ve A3 kodlu öğrencilerin limonun suyunun sitrik asit içerdiği için asit olduklarını ifade etmişlerdir. Bu öğrencilerin Türkiye’deki öğrencilerin verdikleri cevaplarla karşılaştıklarında daha net bilgi verdikleri görülmektedir. Türkiye’deki öğrencilerden doğru cevap kategorisinde cevap verenler, asidin tadındaki ekşilikten bahsederlerken, ABD’deki öğrenciler limon suyu içindeki asidi direk olarak söylemeleri, onların Türkiye’deki öğrencilerden daha net bilgiye sahip olduklarını şeklinde yorumlanabilir. Kabartma tozu etkinliğinde, A1 kodlu öğrencinin kısmen doğru kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. Bunun yanında, A2, A3 ve A4 kodlu öğrencilerin sebep yok basamağında cevaplar verdikleri gözlenirken, A5 kodlu öğrencinin yanlış kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. Çamaşır suyu etkinliğinde, A1, A2 ve A5 kodlu öğrencilerin yanlış tahmin yaptıkları görülürken, A3 ve A4 kodlu öğrencilerin doğru tahmin yaptıkları görülmektedir. Sofra tuzu etkinliğinde tüm öğrencilerin doğru kategorisinde cevap verdikleri görülmektedir. Sabunlu su etkinliğinde, A2 ve A4 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde, A1, A3 ve A5 kodlu öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Sirke etkinliğinde, A1 kodlu öğrenci kısmen doğru kategorisinde cevaplar verirken, diğer öğrencilerin doğru kategorisinde cevaplar verdikleri görülmektedir.

ABD’li öğrencilerin de Türkiye’deki öğrenciler gibi limonun asit olduğunu bilmektedirler, tahmin sebebini yazmada Türkiye’deki öğrencilere göre daha iyi oldukları görülmektedir. Kabartma tozu etkinliğinde, A1 kodlu öğrencinin dışındaki öğrencilerin tahminlerini bilerek yapmadıkları görülmektedir. Çamaşır suyu etkinliğinde, A1 ve A5 kodlu öğrenciler tahminlerinde çamaşır suyunu asidik olarak ifade ettiklerinden dolayı, tahmin sebebi basamağında, “dokunulamaz” ve “çamaşır suyu eritir” gibi kavram yanlış ifadeler kullanmışlardır. Bu durum, öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları çamaşır suyunun asit olduğunu düşünmelerinden kaynaklanmış olabilir. Sofra tuzu etkinliğinde, A1 kodlu öğrencinin kısmen doğru kategorisinde, A2 kodlu öğrencinin “tuzlar nötr”dür kavram yanlışlığına sahip olduğu, A3 kodlu öğrencinin sebep yok kategorisinde, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin yanlış sebep kategorisinde cevaplar verdikleri görülmektedir. Sabunlu su etkinliğinde, A1 ve A2 kodlu öğrencilerin kısmen doğru, A3 ve A4 kodlu öğrencilerin sebep yok kategorisinde, A5 kodlu öğrencinin ise yanlış kategorisinde cevaplar verdikleri

gözlenmektedir. Buradan öğrencilerin, sabunlu suyun bazik olduğunu bilmelerine karşın, bunun sebebini açıklamada sorunları oldukları görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin bazı bilgileri yüzeysel öğrenmelerinden kaynaklanmış olabilir. Sirke ile ilgili etkinlikte, A1, A3 ve A5 kodlu öğrencilerin sebep yok kategorisinde, A2 kodlu öğrencinin doğru, A4 kodlu öğrencinin ise kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Öğrencilerin genel olarak doğru tahminler yapmalarına karşın sirke ile etkinlikte de sebepleri yazmalarında eksiklikler olduğu gözlenmektedir.

Gözlem basamağında, limon suyu etkinliğinde, A1 kodlu öğrenci kısmen doğru kategorisinde, diğerleri ise doğru kategorisinde gözlem yapmıştır. Kabartma tozu, çamaşır suyu ve sirke etkinliklerinde bütün öğrencilerin doğru kategorisinde gözlem yaptıkları görülmektedir. Sofra tuzu etkinliğinde, A1 ve A5 kodlu öğrenciler yanlış kategorisinde, diğer öğrenciler ise doğru kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Türkiye'deki öğrencilerden T3 ve T8'de gözlem aşamasında benzer durum gözlenmiştir. Sabunlu su, etkinliğinde A4 kodlu öğrenci kısmen doğru kategorisinde, diğer öğrenciler ise doğru kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Özetle, öğrencilerin hemen hemen bütün etkinliklerde doğru gözlem yaptıkları gözlenmektedir.

Açıklama basamağında ise, A1, A3 ve A4 kodlu öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdikleri görülürken, A2 ve A5 kodlu öğrencilerin kısmen doğru ve kavram yanlışlığı kategorisinde cevap verdikleri görülmektedir. A2 kodlu öğrenci çözeltilerin renginden yola çıkarak, limon suyu, kabartma tozu ve sabunlu suyun kendisinin tahmin ettiği kadar kuvvetli olduğunu ifade etmiştir. Öğrenci çözeltilerin renginin düşündüğünden daha koyu olmasından dolayı, bu çözeltilerin daha asidik ya da daha bazik olduğunu düşünmüş olabilir. Bu durum, Nahkleh ve Krajcık (1994)'in yaptıkları çalışmada asit-bazların kendilerine özgü renkleri ve yoğunlukları vardır bulgusuyla benzerlik göstermektedir.

#### **4.2.2. Asit-Bazların Genel Özelliklerine Yönelik Tartışma**

Bu kısımda asitlerin metallere etkisi ve iletkenlik etkinliklerinden elde edilen bulgular tartışılacaktır. Bu bağlamda, T3 kodlu öğrencinin Tablo 58, T6 kodlu öğrencinin Tablo 76, A2 kodlu öğrencinin Tablo 91 ve A3 kodlu öğrencinin Tablo 106'da yer alan bulguları ele alınacaktır.

Asitlerin metallere etkisi etkinliğinde, Zn, Al ve Cu metallerinin üzerine HCl ve HNO<sub>3</sub> asitlerinin ilavesinden sonra herhangi bir reaksiyon olup olmayacağı sorulmuştur. Bununla ilgili olarak öğrencilerin tahminlerini yapabilmeleri için kendilerine verilen çalışma kağıtlarının alt kısımlarında aktiflik serisi yer almaktadır. Ayrıca, tanımlama kısmında öğrencilere hidrojen testinin nasıl yapılacağını gösteren bir bilgi verilmiştir. Gözlem kısmında da deneylere başlanmadan önce bu testin nasıl gerçekleştirildiği gösterilmiştir.

Zn ile HCl arasındaki reaksiyonda, tahmin basamağında, T1 kodlu öğrenci yanlış kategorisinde, diğer öğrenciler ise doğru kategorisinde tahminde bulunmuşlardır. Öğrencilerin çoğunluğunun doğru tahminde bulunmaları, öğrencilere verilen çalışma kâğıtlarında yer alan aktiflik serisinden kaynaklanmış olabilir. Öğrenciler aktiflik serisine bakarak hangi metallerin H<sub>2</sub>'den daha aktif olduğunu görebilmektedir. Bu durumun, öğrencilerin yaptıkları tahminlerini olumlu yönde etkiledikleri düşünülmektedir, çünkü verilen seride, Zn ve Al metallerinin H<sub>2</sub>'den daha aktif oldukları açık bir şekilde görülmektedir. Bundan dolayı öğrencilerin Zn ve Al metalleri ile ilgili tahminlerinde büyük oranlarda doğru tahmin yapmaları şaşırtıcı bir durum değildir. Öğrencilere tahmin-tahmin sebebi-gözlem ve açıklama basamaklarında ilgili yerleri yazmaları için çalışma kâğıtları dağıtılmıştır. Bu çalışma kâğıtlarında tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında, öğrencilerden her bir metal için üzerlerine HCl ve HNO<sub>3</sub> ilâve edildikten sonraki tahminlerini yazmaları ve oluşan bir reaksiyon var ise bu reaksiyonda H<sub>2</sub> gazının çıkıp çıkmayacağını tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrencilere etkinlikteki tanımlama basamağında H<sub>2</sub> testinin nasıl yapılacağı hakkında bilgi verilmiştir. Zn ile HNO<sub>3</sub> arasında geçen ikinci reaksiyonda, T3 ve T11 kodlu öğrenciler doğru; T2, T5, T6, T7, T8 ve T12 kodlu öğrenciler kısmen doğru; T1, T4, T9 ve T10 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Kısmen doğru kategorisinde cevap veren öğrenciler Zn ile HNO<sub>3</sub>'ün reaksiyona gireceklerini bilmelerine karşın, reaksiyon sonucunda H<sub>2</sub> gazının açığa çıkacağını yazarak yanlış tahminde bulunmuşlardır. Bu durum, öğrencilerin asitlerin bütün metallere etki edeceğini ve reaksiyon sonucunda hidrojen gazının açığa çıkacağını düşünmelerinden kaynaklanabilir. Ayrıca, öğrencilere verilen çalışma kâğıtlarında öğrencilerin H<sub>2</sub> testi sonucunu tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrenciler, Al ve Zn metallerinin H'den daha aktif olduğunu ve bunun sonucunda bir reaksiyon olacağını bildikleri için asitler arasında bir ayırım yapmaksızın birbirine benzer sonuçlara sahip olacağını düşünmelerinden kaynaklanabilir. Ortaya çıkan bu sonuç Özmen, Demircioğlu

ve Coll (2009)'un yaptıkları çalışmada “kuvvetli asitlerin bütün metallerle reaksiyona girerek  $H_2$  gazı oluşturabilir” sonucuyla benzerlik göstermektedir. Zn ile HCl arasındaki reaksiyonda, tahmin sebebi basamağında, T4, T9 ve T11 kodlu öğrencilerin doğru, T3, T5 ve T6 kodlu öğrencilerin kısmen doğru, T2, T7 ve T8 kodlu öğrencilerin kavram yanılığı kategorisinde, T10 ve T12 kodlu öğrenciler yanlış kategorisinde cevaplar verdiği anlaşılmaktadır. T1 kodlu öğrenci ise tahminini yanlış yapmasına rağmen, kısmen doğru kategorisinde sebep yazmıştır. Öğrencilerin çoğunluğunun doğru tahmin yapıp, doğru tahmin sebebi veya kısmen doğru seviyede tahmin sebebi yazmaları, öğrencilere verilen çalışma kâğıtlarındaki aktiflik serisinin olmasından kaynaklanmış olabilir. Zn ile  $HNO_3$  arasındaki reaksiyonda; T11, T7 ve T6 kodlu öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde; T1, T4, T3, T8, T9, T10 ve T12 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde; T2 kodlu öğrencinin kavram yanılığı kategorisinde; T5 kodlu öğrencinin ise sebep yok kategorisinde cevaplar verdikleri görülmektedir. Özetle, öğrencilerin HCl ile olan reaksiyonda doğru sebep yazmalarına karşın,  $HNO_3$  ile ilgili olan reaksiyonda bu başarılarını devam ettiremedikleri anlaşılmaktadır. Bunun sebebi, HCl ve  $HNO_3$  asitleri arasında bir ayırım yapmamalarından ve tüm asitleri genellemelerinden kaynaklanmış olabilir.

Al ile HCl arasındaki reaksiyonda, tahmin basamağında, T1 kodlu öğrenci yanlış tahminde bulunmasına karşın, diğer öğrencilerin doğru tahminde buldukları görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin Zn metali ile HCl arasında gerçekleşen reaksiyon ile benzerlik göstermektedir. Bunun sebebi, Al ve Zn metallerinin H'den daha aktif metaller olması nedeniyle benzer sonuçlara sahip olmaları şeklinde düşünmelerinden kaynaklanmış olabilir. Öğrencilerin tahminlerinde, kendilerine verilen cevap kâğıdına, bu iki madde arasında bir tepkime olacağından ve oluşan reaksiyon sonucunda  $H_2$  gazının çıkacağından bahsetmişlerdir. Al ile  $HNO_3$  arasındaki tepkimede, tahmin basamağında, T3 kodlu öğrencinin doğru; T2, T5, T6, T7, T8, T11 ve T12 kodlu öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Kısmen doğru cevap kategorisinde cevap veren öğrencilerin Al ile  $HNO_3$  arasında bir reaksiyon olacağını bilmelerine rağmen, reaksiyon sonucunda oluşan gazın  $H_2$  gazı olduğunu düşünmelerinden dolayı kısmen doğru kategorisinde yer almıştır. Bu durum yine Al ile etkinlikte olduğu gibi öğrencilerin tüm asitleri genellemelerinden kaynaklanmış olabilir. T1, T4, T9 ve T10 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Yanlış kategorisinde cevap veren öğrencilerin Al ile  $HNO_3$  arasında bir reaksiyon olmayacağını ve hidrojen gazı çıkmayacağını ifade etmişlerdir.

Al ile HCl arasındaki reaksiyonda, tahmin sebebi basamağında, T1, T4, T8, T9, T11 kodlu öğrencilerin doğru, T3, T5 ve T6 kodlu öğrencilerin kısmen doğru, T2 ve T7 kodlu öğrencilerin kavram yanlışlığı; T10 ve T12 kodlu öğrencilerin yanlış sebep kategorisinde cevaplar verdikleri görülmektedir. Bu aşamada doğru kategorisinde T9 kodlu öğrenci “Al H’den daha aktif olduğu için HCl ile tepkimeye girer” ya da T11 kodlu öğrencinin ifade ettiği gibi “Al H’den daha aktiftir” şeklindeki ifadeler doğru kategorisinde yer almıştır. Kısmen doğru kategorisinde cevap veren öğrencilerden T5 ve T6 kodlu öğrencilerin “amfoterdir, dolayısıyla hem asitler hem de bazlarla tepkimeye verir” ya da “amfoterdir. HCl ile tepkime verir” şeklinde cevap verdikleri anlaşılmaktadır. Kavram yanlışlığı kategorisinde T7 kodlu öğrencinin “asitler amfoter metallerle tepkime verir ve H<sub>2</sub> gazı çıkar” ve T2 kodlu öğrencinin “amfoterlerin asitlerle tepkimesinden H<sub>2</sub> gazı çıkar”. Bu durum, literatürde yer alan öğrencilerin asitlerin metallerle reaksiyonu sonucunda H<sub>2</sub> gazı çıkar ifadesiyle benzerlik göstermektedir (Özmen, Demircioğlu ve Coll, 2009). Al ile HNO<sub>3</sub> arasındaki reaksiyonda, tahmin sebebi basamağında, T3, T6, T7 ve T11 kodlu öğrencilerin kısmen doğru, T2 kodlu öğrencinin kavram yanlışlığı; T1, T4, T8, T9, T10 ve T12 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir.

Cu ile HCl arasındaki reaksiyonda, tahmin sebebi basamağında, T2, T4, T5, T7, T8, T9, T10 ve T11 kodlu öğrenciler doğru kategorisinde cevaplar vermişlerdir. Cu ile HNO<sub>3</sub> arasındaki reaksiyonda, tahmin sebebi basamağında, T1 kodlu öğrencinin doğru; T4, T7, T9 ve T10 kodlu öğrencilerin kısmen doğru; T3, T2, T5, T6, T8, T11 ve T12 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Bu durum, öğrencilerin aktiflik serisini göz önünde bulundurmaları ve asitler arasında ayırım yapmalarından kaynaklanmış olabilir.

Cu ile HCl arasındaki reaksiyonda, tahmin sebebi basamağında, T2, T4, T7, T9 ve T11 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde; T8 ve T10 kodlu öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde; T5 kodlu öğrencinin kavram yanlışlığı kategorisinde; T1, T6 ve T12 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir.

Cu ile HNO<sub>3</sub> arasındaki reaksiyonda, tahmin sebebi basamağında, T2 kodlu öğrenci kavram yanlışlığı kategorisinde, T3 kodlu öğrenci sebep yok kategorisinde, diğer öğrenciler ise yanlış kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun yanlış tahmin yapmaları, Cu ile HNO<sub>3</sub> arasında bir reaksiyonun gerçekleşeceğini düşünmemelerinden kaynaklanmış olabilir, çünkü öğrencilere verilen çalışma kâğıtlarında Cu metali aktiflik serisinde H<sub>2</sub>’den daha alt sıralarda yer almaktadır. Bundan dolayı,

öğrenciler  $\text{HNO}_3$  ile de reaksiyona girmeyeceğini düşünmüş olabilir. Al ve Zn metallerindeki etkinliklerinin tahmin ve tahmin sebebi kısımlarına bakıldığı zaman öğrencilerin, HCl ve  $\text{HNO}_3$  asitleri arasında herhangi bir ayırım yapmadıkları anlaşılmaktadır. Bu sebepten dolayı öğrencilerin tahmin ve tahmin sebebi kısımlarında yazdıkları şaşırtıcı değildir.

Gözlem basamağında, öğrencilerin tamamının Al, Cu ve Zn'nin HCl ve  $\text{HNO}_3$  ile olan reaksiyonlarında doğru kategorisinde gözlemler yaptığı görülmektedir. Öğrencilerin tamamının doğru kategorisinde gözlem yapmaları, öğrencilerin bu etkinlikler için kendi fikirlerini doğrular nitelikte olan gözlemler yapmadıklarını göstermektedir. Daha önceki paragraflarda açıklandığı gibi öğrencilerin Zn ve Al metalleriyle HCl arasında gerçekleşen reaksiyon ile ilgili doğru ya da kısmen doğru kategorilerinde tahmin ve tahmin sebebi yazmalarına rağmen,  $\text{HNO}_3$  ile ilgili olan reaksiyonlarda aynı oranda başarılı açıklama yapamadıkları anlaşılmaktadır. Buna ilâve olarak, öğrencilerin Cu metalinin her iki asitle de reaksiyona girmeyeceklerini düşündükleri anlaşılmaktadır. Liew (1995), yaptıkları çalışmada öğrencilerin gözlem aşamasında tahmin aşamasında yaptıkları tahminleri destekler nitelikte gözlem yaptıkları rapor etmişti. Bu durum, bu etkinliğin gözlem basamağında ortaya çıkan sonuç ile zıtlık göstermektedir.

Açıklama basamağında ise T2, T4, T5, T6, T7, T9 ve T11 kodlu öğrenciler doğru kategorisinde, T3, T1, T8, T10 ve T12 kodlu öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdikleri görülmektedir. Açıklama aşamasında, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerden bulgular aşamasında detaylı cevaplarının verildiği T5, T6 ve T11 kodlu öğrencilerin bu aşamadaki cevaplarına bakıldığı zaman, bu etkinlik için T3 kodlu öğrencinin söylediği ifadelerin doğru ancak durumu açıklamak için yeterli olmadığı görülmektedir. Öğrenci sonucun, başlangıçtaki tahmini yönünde olmadığını belirterek durum karşısındaki farkındalığını göstermiştir. Ancak, bunu neden yanlış yaptığı konusunda bir gerekçe göstermemiştir. Bu durum, öğrencinin kafasında başlangıçtaki durumuna göre bir değişim olduğunu göstermekte, fakat bunu ifade edemediği şeklinde yorumlanabilir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin açıklama basamağında vermiş olduğu ifadelerle bakıldığı zaman, başlangıçta öğrencinin Zn ve Al ile HCl ve  $\text{HNO}_3$  arasında gerçekleşen reaksiyon ile ilgili tahminleri kısmen doğru kategorisinde yaparken, Cu metali ile olan deneyler için yanlış tahminde bulunmuştur. Öğrenci Zn ve Al ile HCl ve  $\text{HNO}_3$  arasında bir reaksiyon olacağını tahmin etmiştir, fakat



HNO<sub>3</sub> ile olan reaksiyon sonucunda da H<sub>2</sub> gazı çıkacağını ifade etmiştir. Öğrenci açıklama basamağında verdiği ifadelerden başlangıçtaki bu yanlışlığının farkındadır ve gözlem sonucunda oluşan gazın H<sub>2</sub> gazı olmadığını anlamıştır. Cu ile ilgili etkinlik için yaptığı yanlış tahminleri yeterli bilgisi olmamasına bağlamıştır. Buradan, öğrencinin Cu ile ilgili olarak aktiflik serisini dikkate almadığı anlaşılmaktadır. Öğrenci yaptığı doğru gözlemler sonucunda, Cu'nun HCl ile tepkimeye girmediğini buna karşın HNO<sub>3</sub> ile reaksiyona girdiğini ve oluşan gazın H<sub>2</sub> gazı olmadığını ifade etmiştir. Ayrıca, öğrenci burada HCl ile HNO<sub>3</sub> arasındaki Oksijen farkını da ifade etmiştir. Diğer anlamayı gerçekleştiren öğrencilerin açıklama basamaklarında bakıldığı zaman, T2, T4 ve T9 kodlu öğrencilerin de asitler arasındaki bu farkı ifade ettikleri gözlenmektedir. Diğer anlamayı gerçekleştiren öğrencilerin bundan bahsetmemeleri gözlem aşamasında bu asitlerin farklı yapılarının farklı olduğunun, HNO<sub>3</sub> gazının Oksijen içerdiğinin vurgulanmasıyla daha iyi sonuçlar verileceği düşünülmektedir. Bundan dolayı gözlem aşamasında ya da ondan da önce tanımlama aşamasında bundan bahsedebilirdi.

ABD'deki öğrencilerin Zn ile HCl arasındaki reaksiyonda, tahmin basamağında, A1 kodlu öğrenci kısmen doğru kategorisinde, A2 kodlu öğrencinin doğru kategorisinde, A3, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin kavram yanılığı kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Öğrencilerin verdikleri kavram yanılığlı cevaplara A4 kodlu öğrencinin “Çinko yavaşça aşınacak”, A3 kodlu öğrencinin “muhtemelen hafif buhar”, A5 kodlu öğrencinin “küçük reaksiyon olur en az baloncukla” şeklindeki ifadeleri örnek verilebilir. Bu durum, öğrencilerin aktiflik serisini kuvvetlilik gibi algıladıkları şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca, Türkiye'deki öğrencilerin bu aşamada daha doğru cevaplar verdikleri göze çarpmaktadır. Bu durum, Türkiye'deki öğrencilerin aktiflik serisi ile daha doğru anlamları olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Zn ile HCl arasındaki reaksiyonda, tahmin sebebi basamağında, A2 ve A4 kodlu öğrenciler doğru kategorisinde, A1 kodlu öğrenci kısmen doğru kategorisinde, A3 ve A5 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. A5 kodlu öğrencinin “HCl aktiflik serisinde aşağı sıralarda yer alan bir metalle reaksiyona giriyor” bu öğrenci bu sebepten dolayı, oluşan reaksiyonunun daha küçük olacağını düşünmüştür. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin HCl'yi HNO<sub>3</sub>'ten daha kuvvetli bir asit olduğunu düşüğü ortaya çıkmıştır. A5 kodlu öğrencinin HCl'nin aktiflik serisinde aşağı sıralarda yer alan bir metalle reaksiyona gireceği için daha az şiddetli bir reaksiyon meydana getireceğini düşündüğü ortaya çıkmıştır. Buradan, ABD'li öğrencilerin

çoğunluğunun da Türkiye'deki öğrenciler gibi sebep kısmına aktiflik serisi ile ilgili açıklamalar yaptıkları ve yaptıkları açıklamaların doğru ya da kısmen doğru kategorisinde olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilere verilen aktiflik serisinin öğrencilerin doğru tahmin yapmalarında etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Gözlem basamağında, 1.çözelti için, A1, A2 ve A4 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde, A3 ve A5 kodlu öğrencilerin kavram yanlışlığı kategorisinde gözlem yaptıkları görülmektedir. Bu öğrencilerin tahmin ve tahmin sebebi basamaklarına bakıldığı zaman, bu basamaklarda da kavram yanlışlığı ifadeler kullandıkları görülmektedir. Öğrencilerin, tahminlerini kanıtlar nitelikte gözlem yapmaları Liew ve Treagust (1995) yaptıkları çalışmada da ifade edilmektedir. 2. Çözelti için, A1, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde, A2 ve A3 kodlu öğrencilerin kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. A3 kodlu öğrencinin tahmin basamağında da kavram yanlışlığı ifade kullanmış olması, gözlem aşamasında da tahminini destekler nitelikte gözlem yaptığını göstermektedir. A2 kodlu öğrenci tahmin aşamasında kısmen doğru kategorisinde tahmin yaparken, gözlem basamağında kavram yanlışlığı ifadeler kullanmıştır. Öğrencinin “şiddetli reaksiyon, çökelme ve gaz oluşumu” şeklindeki ifadesi öğrencinin reaksiyon sonucu da oluşan tuzların çökeceği tarzında bir düşünceye sahip olduğunu göstermektedir. 3. Çözelti için, A1 ve A2 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde, A3, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin kavram yanlışlığı kategorisinde gözlemler yazdıkları görülmektedir. 4. Çözelti için A1 ve A2 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde, A3, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verdikleri görülmektedir. Örneğin, A4 kodlu öğrenci Al'nin reaksiyon sonucunda sıvılaştığını söylemektedir. 5. Çözelti için, A1, A2 ve A4 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde, A3 ve A5 kodlu öğrencilerin ise kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verdikleri görülmektedir. A3 ve A5 kodlu öğrencilerin tahminlerinde de kavram yanlışlığı kategorisinde yaptıkları görülmektedir. Bu öğrencilerin, tahminlerini destekler nitelikte gözlemler yaptıkları anlaşılmaktadır. Bu durum daha önceden de bahsedilen Liew (1995) çalışmasıyla paralellik göstermektedir. 6. Çözelti için, A1, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde cevap verirken, A2 ve A3 kodlu öğrencilerin kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. A3 kodlu öğrencinin Cu ile HNO<sub>3</sub> arasındaki reaksiyon sonucunda “Cu eridi” şeklinde gözlemini ifade etmesi, Hand ve Treagust (1988) yaptıkları çalışmadaki “asitler metalleri eriten ya da yanan maddelerdir”, Nahkleh ve Krajcik (1994)'in yaptıkları çalışmada “asitler metalleri eritir”, Demircioğlu ve

Özmen (2003) ve Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu (2005) yaptıkları çalışmada “asitler her şeyi yakar ve eritir” kavram yanılığısıyla benzerlik göstermektedir. Gözlem aşamasında, ABD’li öğrencilerin Türkiye’deki öğrencilerden farklı olarak bu aşamada, kavram yanılığılı açıklamalar yaptıkları anlaşılmaktadır. Bu etkinliğin amacı, her asidin her metale etki etmediğini ve reaksiyon sonucunda oluşan gazın hidrojen gazı olmadığını öğrencilere göstermekti. Öğrencilerin bu aşmadaki gözlemlerinden elde ettikleri bu yanılığılar, etkili bir öğretim açısından istenmeyen bir durumdur. Literatürde, asitlerin metallere erittiği yanılığısına rastlanılmaktadır. Materyalin hazırlanması aşamasında, bu yanılığ da göz önünde bulundurulup ek bilgiler eklenebilirdi ya da gözlem aşamasındaki seslendirmelerde metalin asit ile reaksiyona girdiği, erimeediği vurgusu yapılabilirdi.

Açıklama basamağında ise, A1, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde, A2 kodlu öğrencinin doğru kategorisinde, A3 kodlu öğrencinin ise kavram yanılığılı kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Anlamılı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin başlangıçta Zn ve Al ile ilgili etkinliklerde her iki asitte de hidrojen gazı çıkaracağını ifade etmiş, Al’nin gerçekleştireceği reaksiyonların Zn’den daha şiddetli olacağını ifade etmiştir. Bunun sebebi olarak, Al’nin aktiflik sırasında Zn’den daha önde olduğu için onun gerçekleştireceği reaksiyonların daha şiddetli olacağını düşünmüş olabilir. Gözlem aşamasında çıkan gazları buhar olarak tanımlamıştır. Ayrıca, Cu ve Zn’nin HCl ile ilgili olan etkinliğinde Cu ve Zn’nin eridiğini ifade ederek kavram yanılığılı açıklama yapmıştır. Literatürde de asitler metalleri eritir şeklinde kavram yanılığılı bulunmaktadı (Hand ve Treagust, 1988; Nakhleh ve Krajcik, 1994; Özmen ve Demircioğlu, 2003; Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu, 2005; Özmen, Demircioğlu ve Coll, 2009). Öğrenci, Cu metali içinde benzer mantıkla giderek yani Cu’nin aktiflik sırasındaki yerine bakarak onun ya hiç reaksiyon gerçekleştirmeyeceğini ya da çok az reaksiyon gerçekleştireceğini yazmıştır. Öğrencinin, gözlem basamağında yazdıklarına bakıldığı zaman, yanlış bir gözlem yapmadığı buna karşın, kavram yanılığılı ifadeler kullandığı göze çarpmaktadır. Öğrencinin vardığı sonuç, istenilen bir durum değildir, ancak tahmin ve gözlem aşamalarında da kavram yanılığılı içeren ifadeler kullanması ve nihayetinde açıklama basamağında da kavram yanılığılı içeren ifadeler kullanması şaşırııcı bir durum değildir. Anlamılı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin, Zn, Al ve Cu metallere HCl ve HNO<sub>3</sub> ile olan reaksiyonun tahminlerinde ve tahmin sebeplerini yazmada kendilerine verilen aktiflik serisini kullanmıştır. Bundan dolayı, öğrenci bu metallere HNO<sub>3</sub> ile olan reaksiyonunda hidrojen testinin olumlu sonuç vereceğini ifade

eden cümleler yazmıştır. Cu ile olan reaksiyonda da, aktiflik serisini dikkate alıp her iki asitle de reaksiyon vermeyeceğini ifade etmiştir. Ayrıca, öğrenci, Zn ve Al'nin her iki asitle gerçekleştireceği reaksiyonun tahmin sebebi basamağını yazarken, reaksiyonun yer değiştirme reaksiyonu olduğunu, Zn ve Al'nin H ile yer değiştireceğini ifade etmiştir. Öğrencinin gözlem basamağına bakıldığı zaman, doğru bir şekilde reaksiyonun olup olmadığını gözlemediği anlaşılmaktadır. Buna karşın, gerçekleşen reaksiyonların şiddetli gerçekleştiğini ifade eden cümleler kullanmıştır. Açıklama basamağına bakıldığı zaman, öğrencinin tahmini ve tahmin sebebi arasında yapmış olduğu eksikliklerin farkında olduğu göze çarpmaktadır. Cu ile HNO<sub>3</sub> arasında gerçekleşen reaksiyonu şiddetli/coşkulu bir reaksiyon olarak tanımlamıştır. Bu durum, öğrencinin Cu metalinin asitlerle tepkimeye girmeyeceği yönündeki tahmini ile zıt olduğundan bu şekilde ifade edilmiş olabilir.

Elektriksel iletkenlik deneyinde, aynı zamanda nötrleşme ve indikatör kavramları da ele alınmıştır. Türkiye'deki örneklem grubundaki 10 öğrencinin kısmen doğru, 2 öğrencinin (T2, T10), ise yanlış kategorisinde cevap verdikleri görülmektedir. ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerden 2'sinin (A1, A2) kısmen doğru, 2'sinin (A3, A5) yanlış, 1 öğrencinin (A4), ise kavram yanılgısı kategorisinde tahmin yaptıkları görülmektedir. Özetle, her iki gruptaki öğrencilerin doğru basamağında tahmin yapamadıkları, Türkiye'deki öğrencilerin kısmen doğru basamağında ABD'li öğrencilerden daha fazla oranda cevap verdikleri, ABD'li öğrencilerin ise daha çok yanlış kategorisine cevap verdikleri gözlenmektedir. Verilen cevaplara bakıldığı zaman her iki gruptaki öğrencilerin H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile Ba(OH)<sub>2</sub> arasındaki reaksiyon sonucunda oluşan tuzdan bahsetmedikleri anlaşılmaktadır. Türkiye'deki örneklem grubundaki T6, T9 ve T11 kodlu öğrencilerin asit ve bazın reaksiyonu sonucunda tuz ve su oluşacağını yazdığı ortaya çıkmıştır. Buna karşın, ABD'li öğrencilerin tuz ve sudan bahsetmedikleri, bu iki kavram ile ilgili açıklama yazmadıkları anlaşılmaktadır. Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin yaptığı tahminde fenolftaleinin deneyde kullanma amacını bilmediği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, öğrenci yüzeysel bir açıklama yaparak lâmbanın önce yanacağı, sonrasında ise söneceğinden bahsetmiştir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin tahmin aşamasına bakıldığı zaman, öğrencinin su ile fenolftaleinin bulunduğu ortamda lambanın yanmayacağı, asit ilave edildikten sonra yanacağı baz ilavesinden sonra ise tuz ve su oluşacağından bahsetmiştir. Burada, öğrencinin asit ve baz reaksiyonu sonucunda nötrleşme kavramı kullanmasa bile tuz ve suyun oluşacağından bahsetmiştir. Ancak,

öğrencinin reaksiyona giren asit ve bazın özelliğini dikkate almadığı anlaşılmaktadır. Öğrencilere dağıtılan çalışma yapraklarında öğrencilerin daha isabetli tahminler yapmaları için asidin, bazın ve oluşan tuzun çözünürlükleri ve tuzun  $K_c$ 'si verilmiştir. Öğrencinin bu yazılanları dikkate almadığı anlaşılmaktadır. ABD'deki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin tahmin aşamasında asidin daha bazikleşeceğinden sonrasında ise elektrik akımının daha iyi iletileceğinden bahsetmiştir. Ayrıca, öğrenci sadece bazik ortamda elektriğin iletileceğini düşünmektedir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin, bu aşamada, asidin kuvvetli bir asit olmasına karşın bazın çözünürlüğünün az olmasından dolayı lâmbanın yavaşça söneceğinden bahsetmiş. Bu durum, öğrencinin kendisine verilen çalışma kâğıdındaki çözünürlükleri dikkate aldığı şeklinde yorumlanabilir.

Tahmin sebebi basamağında, Türkiye'deki 10 öğrencinin kısmen doğru, 1 öğrencinin (T9) kavram yanılışı, 1 öğrencinin (T2) ise sebep yok kategorisinde cevap verdikleri gözlenmektedir. ABD'li öğrencilerden 4'ünün kısmen doğru, 1 öğrencinin (A4) kavram yanılışı kategorisinde cevap verdikleri gözlenmektedir. Bu basamakta, her iki örneklem grubundaki öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde birbirine yakın oranlarda sebep yazdıkları görülürken, kavram yanılışı kategorisinde ABD'li öğrencilerin daha fazla olduğu gözlenmektedir. Verilen cevapların içeriğine bakıldığı zaman, Türkiye'deki öğrencilerden T7, T9 ve T11 kodlu öğrencilerin asitlerin ve bazların sulu çözeltilerinin elektrik akımını iletmediğinden bahsederlerken, ABD'li öğrencilerden sadece A3 kodlu öğrencinin elektrik iletkenliğinden bahsettiği gözlenmektedir. Türkiye'deki öğrencilerden T3 ve T9 kodlu öğrencilerin nötrleşmeden bahsederken, ABD'li öğrencilerden sadece A2 kodlu öğrencinin nötrleşmeden bahsettiği gözlenmektedir. Ayrıca, kavram yanılışı içeren A4 kodlu öğrencinin,  $H_2SO_4$  ile  $Ba(OH)_2$  reaksiyona girince birbirlerinin etkilerini yok edeceğinden bahsetmesi, Özmen ve Demircioğlu (2003)'ün yaptığı çalışmadaki "Her nötrleşme reaksiyonu sonucunda asitle baz birbirlerinin etkilerini tamamen yok ederler" bulgusuyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca, bu basamakta Türkiye'deki öğrencilerden T5 kodlu öğrencinin "fenolftalein bazların ayırıcısıdır" ifadesi, T1 kodlu öğrencinin titrasyon etkinliğinde kullanılan fenolftalein ile ilgili olarak "bazların ayırıcı" ifadesini kullanmaları dikkat çekicidir. Buradan, bu öğrencilerin bazı indikatörleri asitlerin ayırıcı, bazı indikatörleri bazların ayrıca şeklinde sınıflandırdıkları görülmektedir. Bu durum, fenolftaleinin, asidik ortamda renksiz, bazik ortamlarda pembe rengi aldığı için bu şekilde bir sınıflandırma yoluna gitmiş olabilirler. Türkiye'de anlamlı öğrenmeyi

gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin tahmin sebebi basamağına bakıldığı zaman, asit ve bazın tepkimeye girip birbirlerini nötrleştireceklerinden bahsetmiştir. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencide yaptığı tahmininde asit ve bazın tepkimeye girip tuz ve su oluşturacağını ve lâmbanın yanacağını belirtmiştir. Her iki kategoride yer alan öğrencilerin asit ve baz tepkimesi sonucunda nötrleşme olacağını bildiği şekilde yorumlanabilir. Ancak, her iki öğrenci de asit ve bazın tepkimesi sonucunda oluşan tuzun niteliği hakkında bir açıklama yapmamıştır. Bu durum, öğrencilerin daha önceki öğrenmelerinden gelen klasik asit-baz tepkimesi sonucundan su olur yargısının bir sonucu olabilir. Öğrenci, oluşacak tuzun çözünürlüğü ile hiçbir şey ifade etmemiştir. Hâlbuki öğrencilere verilen çalışma kâğıtlarında oluşan tuzun Kç'si yer almaktaydı. Buradan her iki öğrencinin de bu konuda dikkatli olmadığı anlaşılmaktadır. ABD'deki anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin tahmin sebebi basamağına bakıldığı zaman, öğrencinin fenolftaleinin çözeltilinin renginin değişip değişmeyeceğini görmek için kullanıldığını düşündüğü anlaşılmaktadır. Öğrenci yine bu aşamada da bazların elektriği ileteceğinden bahsetmiştir. Bu durum, öğrencinin asitlerin sulu çözeltilisinin elektrik akımını ileteceğini bilmediği şekilde yorumlanabilir. Ayrıca, öğrenci asit ve baz reaksiyonu sonucunda nötrleşme olacağından da bahsetmemiştir. Bu durum, yine öğrencinin asit ve baz arasında gerçekleşen reaksiyonlar hakkında fazla bilgisi olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin tahmin sebebi basamağına bakıldığı zaman, fenolftaleinin bir indikatör olarak asit-baz reaksiyonlarında kullanıldığından bahsetmiştir. Çözeltilinin pembe renge döneceğinden bahsetmiştir. Öğrencinin, burada indikatör kavramına aşina olduğu anlaşılmaktadır.

Gözlem basamağında, Türkiye'deki öğrencilerden 3'ünün (T6, T9, T12) doğru, 9 öğrencinin kısmen doğru kategorisinde gözlem yaptığı görülürken, ABD'li öğrencilerin tamamının kısmen doğru kategorisinde gözlem yaptıkları görülmektedir. Bu basamakta, Türkiye'deki öğrencilerin doğru kategorisinde gözlem yaptıkları görülürken, ABD'li öğrencilerin yapamadıkları dikkati çekmektedir. Kısmen doğru kategorisinde ABD'li öğrencilerin oranının Türkiye'deki öğrencilerden daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Doğru gözlem yapan öğrencilerin, tuzdan bahsettikleri gözlenmektedir. Türkiye'deki örneklem grubunda anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin gözlem aşamasına bakıldığı zaman, öğrencinin nötrleşme kavramından bahsettiği, yani asidin üzerine baz ilave edilince nötrleşerek lambanın söndüğünden bahsettiği anlaşılmaktadır.  $Ba(OH)_2$  çözeltilisinin fazlası eklendiğinde ise lâmbanın tekrar yandığından bahsetmiştir. Anlamli

öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin, su ve fenolftalein varken lambanın yanmadığı, bunların üzerine asit ilavesinden sonra yandığı, baz ilave edildikten sonra söndüğü, bazın fazlasının eklenmesiyle tekrar yandığından bahsetmiştir. Burada, öğrenciler tahmin aşamasında asidin üzerine baz ilavesinden sonra lambanın söneceğinden bahsetmemiştir. Bu durum, onların tahminleriyle ters olan bir durumdur. ABD'deki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin gözlem basamağında asit eklendiğinde lambanın yandığından bahsetmiştir ki bu durum, öğrencinin tahminlerinin zıttı bir durumdur. Ayrıca, öğrenci bazın ilâvesinden sonra nötralleşmeden bahsetmiştir ancak, oluşan tuzdan bahsetmemiştir. Bazın ilâvesinden sonra ise lâmbanın tekrar yandığından bahsetmiştir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin gözlem basamağına bakıldığı zaman, öğrencinin asit-baz reaksiyonu sonucunda oluşan  $BaSO_4$  tuzundan ve bu tuzun çözünmediğinden bahsettiği anlaşılmaktadır. Öğrenci, tahmin aşamasında oluşan tuzdan bahsetmemiştir. Ayrıca, öğrenci asidin kuvvetli olduğu için elektriği ileticeğinden bahsetmiş, bazın ilavesinden sonra lambanın söndüğünden, fazlasının ilavesinden tekrar yandığından ve çözeltilinin renginin pembe olduğundan bahsetmiştir. Bu durum, öğrencinin etkinlikte geçen olayları iyi analiz ettiği şeklinde yorumlanabilir.

Açıklama basamağında, 2 öğrencinin (T6, T7), doğru, 7 öğrencinin kısmen doğru, 2 öğrencinin (T2, T10) yanlış, 1 öğrencinin (T9), kavram yanlışlığı kategorisinde cevap verdikleri görülmektedir. ABD'li öğrencilerden 1'i (A2), doğru kategorisinde, 4'ünün kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Türkiye'deki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin yapmış olduğu açıklamaya bakıldığı zaman, öğrenci tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını sadece eksik olduğunu ifade etmiştir. Öğrenci, tahmininde sadece çökme olacağı düşünemediğinden, Kç ile alâka kuramadığından bahsetmiştir. Öğrencinin bu etkinlikte tahmini ile gözlemi arasındaki farklılığın, eksikliğin farkında olduğu anlaşılmaktadır. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin ise, tahmin aşaması ile gözlem aşaması arasında gözlem aşamasında olan olayları gerekçeleriyle birlikte yazdığı anlaşılmaktadır. Burada, öğrenci tahmin aşamasında oluşan tuzun çökmesinden bahsetmediği halde bunu açıklama aşamasında bu konuya değinmemiştir. ABD'de anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin açıklama basamağına bakıldığı zaman, bazların sadece elektriği ileticeğini düşündüğünden bahsetmiştir. Burada, öğrenci yaptığı tahmin ile gözlemlendiği olay arasındaki farklılığın farkındadır, ancak bu durumu detayı ile

açıklayamamıştır. Bu durum, öğrencinin gözlem aşamasında gerçekleşen durumu anlamlandıramamasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, öğrenci kendisine verilen çalışma kâğıdında yer alan maddelerin çözünürlüğünden, oluşacak tuzun Kç'sinden bahsetmemiştir. Bu durum, öğrencinin gerçekleşen etkinliği etkili bir şekilde anlamadığı şeklinde yorumlanabilir. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin yaptığı açıklamaya bakıldığı zaman, öğrenci kendi tahminleri ile gözlemleri arasında fark olmadığından bahsetmektedir. Öğrenci, açıklama kısmında çözünmeyen tuzdan bahsederken, tahmin kısmında oluşacak bu tuzdan bahsetmemiştir. Öğrenci, gözlem aşamasında fark ettiği bu durumu, tahmini ile gözlemi arasında bir farklılık olarak görmemiştir, ya da bu durum öğrencinin dikkatinden kaçmıştır. Ancak, genel itibarıyla bakıldığı zaman, öğrencinin dikkatli bir gözlem yaptığı ve iyi bir açıklama yaptığı söylenebilir.

T6 kodlu öğrencinin doğru açıklamaya ulaştığı gözlenmektedir. Bu öğrenci, tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında MAS, MİS ve SES'teki olaylar arasında geçiş yapmıştır. Bu durum, kavramsal anlama için öğrencilerin MAS, MİS ve SES arasında geçişler yapması gerektiği yönündeki bulgularla örtüşmektedir.

#### **4.2.3. pH ve pOH Kavramlarına Yönelik Tartışma**

pH ve pOH ile ilgili TGA etkinliğinde, öğrencilere 6 ayrı madde (0,1M HCl, 1M HCl, 10M HCl, 0,1M NaOH, 1M NaOH, 10M NaOH) verilmiştir ve onlardan verilen maddelerin pH ve pOH'larının sıralamalarının nasıl olduğu ile ilgili tahmin soruları sorulmuştur. Bu etkinlikteki amaç, öğrencilere pH ve pOH kavramları ile ilgili bilgi kazandırmak ve pH kavramının sadece 0–14 arasında geçerli olan bir kavram olmadığı konusunu göstermektir. Etkinliğin tanımlama basamağında, öğrencilere pH metre, pH ve pOH ile ilgili bilgi verilmiş ve pH ile pOH'ın hesaplamalarının nasıl yapılacağı açıklanmıştır. Yapılan etkinlik analiz edildiğinde, her iki gruptaki öğrencilerin tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama aşamalarında verdikleri cevapları şu şekilde özetlemek mümkündür. T3 kodlu öğrencinin Tablo 64, T6 kodlu öğrencinin Tablo 82, A2 kodlu öğrencinin Tablo 97, A3 kodlu öğrencilerin Tablo 112'de yer alan bulguları tartışılacaktır.

Tahmin basamağında, pH ve pOH kavramları için, T2, T3, T4, T5, T6 ve T11 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde, T12 kodlu öğrencinin kısmen doğru kategorisinde, T1, T8, T9 ve T10 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir.



Bunun yanında, T7 kodlu öğrencinin pH kavramı için, kısmen doğru, pOH kavramı için yanlış kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Öğrencilerin tahminlerine bakıldığı zaman, yaptıkları tahminlerini büyükten küçüğe ya da küçüktün büyüğe doğru sıralama yaptıkları anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen öğrencilerden T3 kodlu ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin tahminlerine bakıldığı zaman bu öğrencinin büyüktün küçüğe doğru bir sıralama yaptıkları görülmektedir.

Tahmin sebebi basamağında, pH ve pOH kavramları için; T1, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T11 ve T12 kodlu öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde, T2 ve T7 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde, T10 kodlu öğrencilerin sebep yok kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Tahmin sebeplerinin içeriğine bakıldığı zaman, 9 öğrencinin (T1, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T11 ve T12 kodlu öğrenciler) logaritma hesabından, 3 öğrencinin (T2, T7, T10) ise pH ve pOH'tan sözel olarak bahsettikleri görülmektedir. Bu bağlamda, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencilerin tahmin sebebini basamağında, pH ve pOH'ın hesaplanmasını sayısal işlemler yaparak buldukları göze çarpmaktadır. Buradan, öğrencilerin tanımlama basamağında verilmiş olan hesaplama işlemlerinden faydalandıkları söylenebilir. Ayrıca, bu durum öğrencilerin sayısal işlemlere okullarda ve dersanelerde alışkın olmasından kaynaklanmış da olabilir.

Gözlem basamağında, pH ve pOH kavramları için, T6 kodlu yanlış kategorisinde, diğer öğrenciler ise doğru kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Buradan, öğrencilerin büyük çoğunluğunun gözlem aşamasını doğru yaptığı anlaşılmaktadır. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerden birisi olan T6 kodlu öğrencinin bu aşamada yanlış yaptığı göze çarpmaktadır. Öğrencinin sayısal değerleri kendilerine verilen tabloya yazarken hata yapmış ya da karıştırmış olabileceği tahmin edilmektedir, çünkü öğrenci tahmin sebebi basamağında, bu maddelerin alacağı pH ve pOH değerlerini doğru olarak sıralamıştır.

Açıklama basamağında, pH ve pOH kavramları için, T2, T3, T4, T5, T6, T8 ve T11 kodlu öğrencilerin doğru; T7, T10 ve T12 kodlu öğrencilerin kısmen doğru; T1 ve T9 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrenci ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencilerin bu aşamada yazdıklarına bakıldığı zaman, doğru tahmin yaptıkları ve gözlemleri aşamasında da T6 kodlu öğrenci haricinde doğru gözlem yaptıkları

anlaşılmaktadır. T6 kodlu öğrenci tahminini doğru yapmış, gözlem kısmında yanlış kategorisinde cevaplar yazmasına rağmen, açıklama basamağında doğru kategorisinde cevap yazmıştır. Bu durum, öğrencinin gözlem aşamasında yanlış yazdığının farkında olmadığını göstergesi olabilir ya da gözlemi dikkate almadan tahmin aşamasında yazdıklarını dikkate alarak açıklama yapmasından kaynaklanabilir. Anlamalı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin açıklama basamağında tahmini ile gözlemi arasında bir farklılık olmadığını hepsinin doğru olduğunu ifade etmiş ve bu konuyu daha önceden bildiğini ifade etmiştir. Buradan, bu öğrenci için bu etkinliğin daha önceden bu tür hesaplamalara alışkın olmasından dolayı, kolay bir etkinlik olduğu ya da bu öğrencinin kavramsal anlamasının gelişimi için etkili olmadığı düşünülebilir.

ABD’li öğrencilerin pH kavramı için, tahmin basamağına bakıldığı zaman A1, A3, A4 ve A5 kodlu öğrencilerin yanlış kategorisinde cevap verdikleri, A2 kodlu öğrencinin ise doğru kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. Tahmin sebebi basamağında, A1 kodlu öğrencinin açıklama yapmadığı, A2 kodlu öğrencinin doğru, A3 ve A4 kodlu öğrencilerin kısmen doğru, A5 kodlu öğrencinin ise kavram yanılığı kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. pOH kavramı için, tahmin basamağında, A1, A2, A3, A4 kodlu öğrencilerin yanlış, A5 kodlu öğrencinin ise doğru kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Tahmin sebebi basamağında, A1 kodlu öğrencinin sebep yok, A2 kodlu öğrencinin doğru, A3 ve A4 kodlu öğrencilerin yanlış, A5 kodlu öğrencinin ise kavram yanılığı kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. pH ve pOH kavramları için, gözlem basamağında öğrencilerin tamamının doğru kategorisinde gözlem yaptıkları görülmektedir. Açıklama basamağında ise A2, A3 ve A5 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde, A1 ve A4 kodlu öğrencilerin ise yanlış kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir.

Anlamalı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin gelişimine bakıldığı zaman, öğrencinin pH ile ilgili sıralama için doğru tahminde bulunurken, pOH için yanlış sıralamada bulunduğu anlaşılmaktadır. Öğrenci pH ile ilgili tahminini yaparken en düşükten en yükseğe doğru sıralama yaparken, pOH ile ilgili sıralamasında yüksekten düşüğe doğru bir sıralama yapmıştır. Öğrencinin pOH ile ilgili sıralamasında da düşükten yükseğe doğru bir sıralama yapması gerekirdi. Öğrencinin tahmin sebebi kısmında, Türkiye’deki öğrencilerden gibi pH ya da pOH ile ilgili sayısal işlem yapmaktan ziyade sözel olarak ifade ettiği göze çarpmaktadır. Bu durum, Türkiye’deki ve ABD’deki bu konuyla ilgili öğretim ortaöğretim programının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Öğrencinin pH için yapmış olduğu açıklamalar doğrudur, ancak pH için yapmış olduğu açıklamaların aynısının bazlar ve pOH için de geçerli olduğunu belirterek yanlış bir açıklamada bulunmuştur. Öğrenci gözlem aşamasını doğru kaydetmiş ve açıklama basamağında geldiğinde yaptığı tahminlerinin doğru olduğunu belirtmiştir. Daha konsantre olan bazların, daha az konsantre bazlara göre pH'larının yüksek olduğunu, buna karşın daha konsantre, daha az konsantre olan bazlara göre düşük pOH'a sahip olduğunu belirterek doğru bir açıklama yapmıştır. Ancak, öğrenci pOH ile ilgili yaptığı tahminde bunun tam tersi yönünde bir tahmin yapmıştı. Açıklama aşamasında, tahmin aşamasında yazmış olduklarını dikkate almadığı anlaşılmaktadır. Öğrencinin, pH ile ilgili tahminleri doğrudur. Belki de öğrenci bunu kast ederek doğru tahmin ettiğini belirtmiştir. Anlamalı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin ise pH etkinliğinde bazlarla ilgili sıralamayı doğru yaparken asitlerle ilgili sıralamayı yanlış yaptığı anlaşılmaktadır. Öğrenci, pOH ile ilgili sıralamayı doğru yapmıştır. Tahmin sebebi basamağında öğrenci pOH'ı konsantrasyonların bir ölçümü olarak ifade etmiştir ve daha konsantre olanın daha yüksek bir değer alacağını ifade ederek yanlış bir ifade kullanmıştır. Öğrenci gözlemlerini doğru yapmıştır. Açıklama aşamasına geldiğine ise tamamını doğru yapmadığının farkındadır. Öğrencinin açıklama basamağında doğru ifadeler yazdığı göze çarpmaktadır, ancak tahmin sebebi basamağında konsantrasyonu fazla olan daha yüksek bir değer alır şeklindeki ifadesiyle zıt düşen açıklamalar yapmıştır. Bu durum, öğrencinin tahmin sebebi basamağında yazdıklarını dikkate almadığını göstermektedir. Öğrencinin açıklama basamağında doğru ifadeler yazması istenilen bir durumdur. Buradan, TGA etkinliklerinin öğrencilerin fikirlerinin değişmesinde etkili olduğu ifade edilebilir.

Her iki örnekteki öğrencilerin pH kavramını nasıl açıkladıklarına bakıldığında, Türkiye'deki öğrencilerden 9 tanesinin pH kavramını nicel olarak ifade ederken, 3 tanesinin nitel olarak ifade ettiği gözlenmektedir. ABD'deki öğrencilerin tamamının ise nitel olarak bahsettiği gözlenmektedir. Cross ve diğerlerinin (1986, 1988), üniversite öğrencileri ile yaptıkları çalışmada orta öğretim programın nicel özelliklere sahip olmasına rağmen, öğrencilerin pH kavramını nitel olarak tanımlama eğiliminde olduklarını göstermektedir. Bu durum, ABD'li öğrencilerden elde edilen sonuçla örtüşmekteyken, Türkiye'deki öğrencilerin çoğunluğundan elde edilen sonuçlarla ters düşmektedir. Nakhleh (1990), lise öğrencileri ile yaptığı çalışmada, öğrencilerin pH kavramını daha çok nicel olarak anlama eğiliminde olduğunu, Ross ve Munby (1991) ise lise öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, pH kavramıyla ilgili olarak öğrencilerin iyi bir nitel anlamaya sahip olduğunu

rapor etmiştir. Shapperd (2006), lise öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, çok az öğrencinin pH'nın logaritmik yapısını anladığı rapor edilmiştir ki bu sonuç Türkiye'deki örneklem grubundan elde edilen sonuçlarla zıtlık göstermektedir. Ayrıca, yürütülen bu çalışmada, Türkiye'deki örneklem grubundan elde edilen sonuç, Nakhleh (1990) ve Ross ve Munby (1991) yaptıkları çalışmayla benzerlik gösterirken, ABD'li öğrencilerin sonuçları Ross ve Munby (1991) çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Türkiye'deki öğrencilerin bu durumu, TGA etkinliğindeki tanımlama basamağından elde edilen bilgilerden ya da orta öğretim programından ya da dersanelerde de bu konuya vurgu yapmalarından kaynaklanmış olabilir.

#### 4.2.4. Kuvvetlilik ve Konsantrasyon Kavramlarına Yönelik Tartışma

Bu etkinlikte, konsantrasyonları farklı olan kuvvetli ve zayıf asitler verilmiştir. Birinci tahmin aşamasında, verilen konsantrasyonları farklı olan maddelerin moleküler boyuttaki çizimlerini yapmaları istenmiştir. İkinci tahmin aşamasında ise bu maddelerin kuvvetliliklerinin sıralanması istenmiştir. Bu etkinlikte, T3 kodlu öğrencinin Tablo 70, T6 kodlu öğrencinin Tablo 85, A2 kodlu öğrencinin Tablo 100 ve A3 kodlu öğrencinin Tablo 115'de yer alan bulguları tartışılacaktır.

Tahmin 1 basamağında, öğrencilere verilen 4 maddenin (12M HCl, 6M HCl, 17M CH<sub>3</sub>COOH, 6M CH<sub>3</sub>COOH) moleküler boyuttaki çiziminin yapılması istenmiştir. Türkiye'deki örneklem grubunda bulunan 5 öğrencinin (T3, T6, T8, T9, T11) kısmen doğru, 5 öğrencinin (T1, T2, T4, T5, T10) kavram yanılığı, 2 öğrencinin (T7, T12) ise yanlış kategorisinde çizim yaptıkları görülmektedir. ABD'li örneklem grubunda bulunan 1 öğrencinin (A2) kısmen doğru, 3 öğrencinin (A1, A4, A3) kavram yanılığı, 1 öğrencinin (A5) ise yanlış kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Özetle, Türkiye'deki öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde ABD'li öğrencilere göre daha iyi oldukları görülürken, her iki örneklem grubundaki öğrencilerin kavram yanılığı kategorisinde birbirine yakın oranlarda çizim yaptıkları görülmektedir. Buna karşın, yanlış kategorisinde ABD'li öğrencilerin yüzdesinin Türkiye'deki öğrencilere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen öğrencilerden T3 kodlu öğrencinin tahmin 1 basamağında yaptığı çizime bakıldığı zaman, öğrencinin kısmen doğru kategorisinde çizim yaptığı gözlenmektedir. Öğrenci, kuvvetli ve asit çözeltileri için bir maddeyi alıp iyonlaştırmıştır.

Zayıf asit çözeltileri için iyonlaşmadan kalan molekülleri çizmemiştir. Ayrıca, çizimlerini harf kullanarak yapmıştır. Burada, öğrenci moleküler boyutta çizim yapmaya çok alışkın olmadığı için bu şekilde bir çizim yapmış olabilir. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin yapmış olduğu çizimlere bakıldığı zaman, öğrencinin çizimlerini yaparken harfleri kullandığı göze çarpmaktadır. Bu durum, moleköl boyutundaki olayları çizmenin öğrenciler için kolay olmadığını göstermektedir. Öğrencilerin moleküler boyutta çizim yapmada zorlandıkları yapılan çeşitli araştırmalarda da görülmektedir (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; Nakhleh ve Krajcik, 1994; Gabel, 1998; Treagust ve Chandregasan, 2009; Talanquer, 2011). Ayrıca, zayıf asitleri çizerken T3 kodlu öğrencinin moleküler halde olan asetik asitleri çizmediği dikkat çekmektedir. Öğrenci kuvvetli ve zayıf asit çözeltilerinde konsantrasyonları fazla olanları çok iyonlaştırırken, konsantrasyonları diğerine göre az olanları az iyonlaştırmıştır. Burada, öğrencinin çizimi, iyonlaşma olayını kısmen çizdiği için kısmen doğru kategorisinde yer almıştır. Öğrenci daha çok konsantrasyonlar üzerine odaklandığı için zayıf asitlerin %100 oranında iyonlaşmadığını, moleküler halde kalanların da olduğunu çizmemiş olabilir. ABD'deki örneklem grubunda bulunan ve anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerden A2 kodlu öğrencinin çizimlerine bakıldığı zaman, öğrencinin harfler kullanarak çizim yaptığı anlaşılmaktadır. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin yapmış olduğu çizime bakıldığı zaman, öğrencinin kavram yanılığı kategorisinde çizim yaptığı anlaşılmaktadır. Bu öğrencinin de çizimlerinde harflendirmeyi kullandığı gözlenmektedir. Ayrıca, öğrenci kuvvetli asitleri uzun bağlı, zayıf asitleri kısa bağlı olarak göstermiştir. Bu durum, kuvvetli asitlerin kuvvetli olmalarından dolayı daha uzun ve güçlü bağlara sahip olması gerektiği düşüncesinden kaynaklanmış olabilir. Bu durum, Smith ve Metz (1992)'in çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Tahmin-2 basamağında, öğrencilerden verilen konsantrasyonları farklı maddelerin (12M HCl, 6M HCl, 17M CH<sub>3</sub>COOH, 6M CH<sub>3</sub>COOH) kuvvetliliklerinin sıralamasını yapmaları istenmiştir. Buna göre Türkiye'deki örneklem grubundaki öğrencilerden 5'inin (T2, T3, T5, T9, T10) doğru, 1 öğrencinin (T11) kısmen doğru, 6 öğrencinin (T1, T6, T7, T8, T12) yanlış kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. ABD'li öğrencilerin 4'ünün (A1, A2, A4, A5) yanlış, 1 öğrencinin (A3) ise sebep yok kategorisinde cevap yazdıkları görülmektedir. Bu aşamada, Türkiye'deki öğrencilerin ABD'li öğrencilerden daha iyi tahmin yaptıkları görülmektedir. Türkiye'de anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu ve anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencilerin

yaptıkları sıralamaya bakıldığı zaman, T3 kodlu öğrencinin doğru sıralama yaparken, T6 kodlu öğrencinin yanlış sıralama yaptığı görülmektedir. T3 kodlu öğrencinin doğru yapmasının sebebi, öğrencinin asitlerin kuvvetliliğinin sudaki iyonlaşma yüzdeleri ile ilgili olduğu bilmesinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, bu öğrencinin tahmin sebebi 2 basamağında yapmış olduğu “molarite ve pH ile hiçbir alakası yoktur kuvvetliliğin” açıklama bu düşünceyi destekler niteliktedir. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrenci ise HCl'nin CH<sub>3</sub>COOH daha kuvvetli olduğunu bilmesine karşın, konsantrasyonları fazla olanları daha kuvvetli göstermiştir. Öğrencilerin, kuvvetlilik ile konsantrasyonu karıştırdıkları daha önce yapılan çalışmalarda da ifade edilmiştir (Ross ve Munby, 1991; Geban, Ertepinar ve Topal, 1998; Özmen ve Demircioğlu, 2003; Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu, 2005). ABD'deki örneklem grubunda yer alan ve anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin ikinci tahminine bakıldığı zaman, bu öğrencinin kuvvetliden zayıfa doğru bir sıralama yaptığı gözlenmektedir. Kuvvetli asit ile zayıf asit arasındaki farkı bilmesine rağmen, konsantrasyonla ile kuvvetliliği konusunda kavram yanılgısına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Burada, öğrenci konsantrasyonları fazla olanı kuvvetli olarak nitelendirmiştir. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin bu aşamada bir tahmin yapmamıştır.

Tahmin sebebi 1 basamağında, öğrencilerden yaptıkları çizimler ile ilgili gerekçeleri yazmaları istenmiştir. Türkiye'deki öğrencilerden 3'ünün (T2, T9, T11) doğru, 2 öğrencinin (T3, T4) kısmen doğru, 4 öğrencinin (T1, T5, T7, T10) kavram yanılgısı, 2 öğrencinin (T6, T12) yanlış kategorisinde, 1 öğrencinin (T8) sebep yok kategorisinde cevap yazdıkları görülmektedir. ABD'li öğrencilerden 1'inin (A2) kısmen doğru, 4 öğrencinin ise kavram yanılgısı kategorisinde cevaplar yazdıkları görülmektedir. Özetle, ABD'li öğrencilerin bu aşamada Türkiye'deki öğrencilerden daha fazla oranda kavram yanılgısına sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca, Türkiye'deki öğrencilerin doğru kategorisinde tahmin yapmalarına karşın, ABD'li öğrencilerin bu kategoride cevap vermedikleri anlaşılmaktadır. Bu durum, Türkiye'deki öğrencilerin ön bilgilerinin ABD'li öğrencilerden daha iyi olduğu şeklinde ifade edilebilir. Türkiye'de anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren (T6) ve gerçekleştiremeyen öğrencinin (T3) yaptıkları açıklamalara bakıldığı zaman, anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen öğrencinin anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren öğrenciye göre daha doğru ifadeler kullandıkları görülmektedir. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren öğrenci, bu aşamada, yazdığı “...HCl daha iyi çözünür.....17M çözünürlüğü daha azdır” ifadelerle çözünme ile iyonlaşma kavramlarını birbirinin yerine

kullandığı anlaşılmaktadır. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin kuvvetli asitlerin tamamen iyonlaşırken, zayıf asitlerin kısmen iyonlaştığını bildiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, bu aşamada öğrencinin Türkiye'deki örneklem grubundaki öğrencilere oranla daha fazla cümleler kurduğu anlaşılmaktadır. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin ise konsantrasyonu fazla olanın daha kuvvetli olacağını düşündüğü ortaya çıkmıştır. Buna benzer yanılı, literatürde çeşitli araştırmalar sonucunda da ortaya çıkmıştır (Ross ve Munby, 1991; Geban, Ertepinar ve Topal, 1998; Özmen ve Demircioğlu, 2003; Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu, 2005).

Tahmin sebebi 2 basamağında, yapılan sıralamanın gerekçesinin yazılması istenmiştir. Türkiye'deki öğrencilerden 4'ünün (T3, T5, T9, T11) kısmen doğru, 2 öğrencinin (T4, T8) kavram yanılısı, 1 öğrencinin (T6) yanlış, 5 öğrencinin (T1, T2, T7, T10, T12) sebep yok kategorisinde sebep yazdıkları görülmektedir. ABD'li öğrencilerden 4'ünün (A1, A2, A3, A5) kavram yanılısı, 1 öğrencinin (A4) ise sebep yok kategorisinde cevap verdikleri gözlenmektedir. Özetle, Türkiye'deki öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde sebep yazarken, ABD'li öğrencilerin bu aşamada tahmin yapmadığı anlaşılmaktadır. ABD'li öğrencilerin Türkiye'deki öğrencilere göre daha fazla oranda kavram yanılısına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, her iki gruptaki öğrencilerin tahmin sebebi yazma konusunda sıkıntılarının olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye'deki örneklemdeki anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren (T6) ve gerçekleştiremeyen (T3) kodlu öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalara bakıldığı zaman, bu aşamada da anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencinin daha doğru sebepler gösterdiği anlaşılmaktadır. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencinin bu aşamada da çözünürlük ile iyonlaşma kavramlarını birbirinin yerine kullandıkları anlaşılmaktadır. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrenci, kuvvetli asidin konsantrasyonu ne olursa olsun asetik asitten kuvvetli olacağını bilmesine rağmen, 17M'lık asetik asidin, 6M'lık asetik asitten daha kuvvetli olacağını ifade etmesiyle, öğrencinin kuvvetlilik ve konsantrasyon ile ilgili kavram yanılısına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. A3 kodlu öğrencinin de benzer yanılıya sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Gözlem 1 basamağında, konsantrasyonları farklı olan maddelerin iyonlaşmalarını gösteren birinci basamakta, Türkiye'deki öğrencilerden, 4'ünün (T1, T6, T7, T12) doğru kategorisinde, 2 öğrencinin (T9, T11) kısmen doğru, 6 öğrencinin (T2, T3, T4, T5, T8, T10) yanlış kategorisinde çizim yaptıkları görülmektedir. ABD'li öğrencilerin tamamının kısmen doğru kategorisinde çizim yaptıkları görülmektedir. Bu aşamada Türkiye'deki

örneklem grubunda yer alan, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren ve gerçekleştiremeyen öğrencinin yapmış olduğu gözleme bakıldığında, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin yanlış kategorisinde çizim yaptığı gözlenmektedir. Öğrenci, çözeltilerin konsantrasyon farkına dikkat etmeden her çözelti için bir tane maddeyi örnek olarak göstermiş. Bu durum, öğrencinin tahmin aşamasında da benzer bir gösterim göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Öğrenci tahmin 1 basamağında yaptığı çizimde de her bir çözelti için sadece bir tane maddeyi alıp iyonlaştırmıştı. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrenci, çizdiği kürelerin hangi madde olduğunu göstermiş ve bunların konsantrasyonları arasındaki farkı dikkate alan çizimler yapmıştır. Bu aşama için, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencinin, anlamlı gerçekleştiremeyen öğrenciye göre daha dikkatli olduğu söylenebilir.

Gözlem 2 basamağında, Türkiye'deki öğrencilerin 1'inin (T5) doğru, 9'unun (T1, T3, T4, T6, T7, T8, T9, T11, T12) kısmen doğru, 2 öğrencinin (T2, T10) yanlış kategorisinde çizim yaptıkları görülmektedir. ABD'li öğrencilerin tamamının kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdikleri gözlenmektedir. Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin yaptığı çizimlere bakıldığı zaman, öğrencinin kısmen doğru kategorisinde çizimler yaptığı gözlenmektedir. Öğrenci bu aşamada da, bir tek örneği alıp onu iyonlaştırmıştır ve zayıf asitlerin %100 iyonlaşmadığını, molekül halinde kalanların da olduğunu gösteren çizimleri yapmadığı anlaşılmaktadır. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren, T6 kodlu öğrencinin ise, kuvvetli ve zayıf asidin iyonlaşmalarını dikkatli bir şekilde gösterdiğini, zayıf asitte moleküler halde olan  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 'ların olduklarını da göstermiştir, fakat bazı yerlerde moleküllerin büyüklüklerine dikkat etmemiştir. Öğrencinin yapmış olduğu tahmin aşamasında, zayıf asitlerin moleküler halde kalanları göstermediği anlaşılmaktadır. ABD'deki örneklem grubunda yer alan ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin gözlem aşamalarında çizim yaparken yine harflendirme kullandığı, buna rağmen, iyonlaşmaları daha düzgün çizdiği anlaşılmaktadır. Bu durum, bu öğrenci için çizim yapmanın kolay olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin ise, A2 kodlu öğrenciye göre daha iyi çizimler yaptığı anlaşılmaktadır.

Açıklama basamağında, Türkiye'deki öğrencilerin 4'ünün (T1, T5, T6, T7) doğru, 6 öğrencinin kısmen doğru, 2 öğrencinin (T2, T12) kavram yanlılığı kategorisinde cevap verdikleri görülmektedir. ABD'li öğrencilerin 2'sinin (A2, A5) doğru, 2'sinin (A3, A4) kısmen doğru, 1'inin (A1) ise yanlış kategorisinde açıklama yaptıkları anlaşılmaktadır.



Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin bu aşamada yaptıklarına bakıldığı zaman, öğrenci tahminleri ile gözlemleri arasında bir farklılık olmadığını yazmıştır ve kuvvetliliğin iyonlaşma ile bulunacağını bildiğini yazmıştır. Öğrencinin yazdığı ifadeler yanlış değildir, fakat tam doğruyu da içermemektedir. Öğrenci, gözlem aşamalarında yapmış olduğu eksikliklerin farkında değildir. Tahmin aşamasında yapmış olduğu çizimlerin benzerlerini gözlem aşamasında da yaptığı için kendi eksikleri fark edememiştir. Ayrıca, öğrencinin kuvvetlilik kavramını bildiği düşüncesi onun bu eksikliğinin farkına varmasına engel olmuş olabilir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin bu aşamada yazdıklarına bakıldığı zaman, öğrencinin tahmini ile gözlemi arasındaki farklılıkların farkında olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencinin gözlem aşamasında yaptıkları çizimlere bakıldığı zaman dikkatli gözlemler yaptığı ortaya çıkmıştır. Öğrenci bu aşamada da, ilk cümlesinde kuvvetlilik kavramı ile çözünme kavramını eş anlamlı olarak kullandığı anlaşılmaktadır. Sonrasında yazdığı cümlelerden, kuvvetliliğin iyonlaşma ile alakalı olduğunu ifade eden cümleler yazmıştır. Yapılan etkinlikte çözünme ile iyonlaşma arasındaki farkı gösteren bir durum olmadığı için, öğrencinin bu ifadeyi son durumda da taşıması normal bir durum olarak sayılabilir. ABD'deki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin bu aşamada yaptıklarına bakıldığı zaman, öğrencinin kendi bildiklerinin farkında olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, öğrenci nerede eksik yaptığının farkındadır. Örneğin öğrenci, açıklama basamağında yaptığı çizimlerde asetik asidin moleküllerinin yarısının iyonlaşacağını düşünürken, gözlemden sonra asetik asidin çok azının iyonlaştığını yazmıştır. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin kuvvetli asidin daha çok iyonlaşan olduğunu ifade etmiştir. Öğrenci bu aşamada, sahip olduğu eksiklikleri yazmamıştır. Bu durum, öğrencinin farkında olmamasından kaynaklanmış olabilir.

Öğrencilerin ön ve son çizimlerinden elde edilen bulgulara bakıldığı zaman, çok düzgün çizimler yapmalarına karşın, son çizimlerinde ön çizimlerine oranla daha düzgün çizimler yaptıkları görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin çizim ağırlıklı olan bu etkinlik sonunda elde etmiş oldukları bilgileri uygulamaları sonucunda olmuş olabilir. ABD'deki öğrencilerin süreç esnasında doğru ve kısmen doğru kategorilerinde gözlem ve açıklama yaparken, ön ve son çizimlerinde yaptıklarına bakıldığı zaman elde etmiş oldukları bilgileri uygulamaya koyamadıkları gözlenmektedir. Bu durum, bu öğrencilerin yüzeysel bir öğrenme gerçekleştirmesinden kaynaklanmış olabilir. Türkiye'deki öğrencilerin son durumda bu etkinlikten ettikleri bilgileri işe koştukları, bilgileri özümstedikleri söylenebilir.

#### 4.2.5. Titrasyon, Eş değerlik Noktası ve Dönüm Noktası Kavramlarına Yönelik Tartışma

Bu TGA etkinliğinde, öğrencilerin kuvvetli asit-baz titrasyonu sonucunda oluşan titrasyon eğrisinin nasıl olması gerektiği ile ilgili tahminlerini sebepleriyle birlikte yazmaları istenmiştir. Etkinlikte, tanımlama basamağında, öğrencilere eş değerlik noktası, dönüm noktası ve titrasyon eğrisi ile ilgili bilgi verilmiştir.

Türkiye'deki öğrencilerden bu etkinlik sonucunda elde edilen elde edilen bulgulara bakıldığı zaman, tahmin basamağında, 8 öğrencinin (T1, T2, T3, T4, T5, T7, T9, T10) yanlış kategorisinde; 4 öğrencinin (T6, T8, T11, T12) kısmen doğru kategorisinde çizimler yaptıkları görülmektedir. ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerden 2 tanesinin (A1, A5) çizim yapmadığı buna karşın yanlış kategorisinde açıklamalar yaptıkları görülmektedir. A2 kodlu öğrencinin yanlış çizim yaptığı ve bu çizimle ilgili yanlış açıklamada bulunduğu görülmektedir. 2 öğrencinin (A3, A4) kısmen doğru kategorisinde çizim yaptığı görülmekteyken bu çizimleriyle ilgili yanlış kategorisinde açıklamalar yaptıkları görülmektedir. Buradan, ABD'li öğrencilerin tamamının çizimleriyle ilgili yaptıkları açıklamaların yanlış kategorisinde olduğu anlaşılmaktadır. Özetle, tahmin basamağında Türkiye'deki öğrencilerin sadece çizim yaptıkları bu çizimlerinin yanında hiçbir açıklamada bulunmadıkları görülürken, ABD'li öğrencilerin yaptıkları çizimin yanında bu çizimle ilgili açıklamalar yaptıkları anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin bu tarzda sorulara çok alışkın olmamalarından ya da grafik çizmeye alışkın olmalarından kaynaklanmış olabilir. Türkiye'deki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen öğrencilerden T3 kodlu öğrencinin titrasyon eğrisi ile ilgili çizim yapmasına karşın bunun sebebini açıklamamıştır. Öğrencinin yapmış olduğu çizim ise yanlış kategorisindedir. Öğrenci yatay ve dikey eksenleri boş bırakmıştır. Bu durum, öğrencinin titrasyon eğrisinin nasıl çizildiğini bilmediği şeklinde yorumlanabilir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin tahmin aşamasında kısmen doğru kategorisinde çizim yaptığı gözlenmektedir. Öğrenci, yaptığı çizimde eş değerlik noktasını, titrasyonun bittiği noktayı yazmasına rağmen, başlangıç noktasını yazmadığı gözlenmektedir. Ayrıca, öğrencinin yatay ve dikey eksenleri boş bıraktığı gözlenmektedir. Bu durum, bu öğrencinin titrasyon eğrisi ile ilgili bir şeyler bilmesine rağmen eksiklikleri olduğunu göstermektedir. ABD'deki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmeyen A3 kodlu öğrencinin titrasyon eğrisinin yanlış olduğu anlaşılmaktadır.

Öğrenci bu eğriyle ilgili tahmininde çözeltinin öncelikle nötr sonrasında ise bazik olacağından bahsetmiştir. Öğrencinin yaptığı bu açıklamada kısmen bir doğruluk vardır, ancak olayı tam olarak açıklayamamaktadır. Bunun nedeni, öğrencinin titrasyon eğrisi çizmeye alışkın olmamasından kaynaklanmış olabilir. Anlamalı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin yapmış olduğu titrasyon eğrisi yanlıştır. Öğrenci titrasyon eğrisi ile ilgili bir açıklama yapmıştır. Yaptığı açıklamada eş değerlik noktasından bahsetmiştir. Eğrinin başlangıçta yavaş, eş değerlik noktasına kadar hızlı bir şekilde artacağını, eş değerlik noktasından sonra ise sabit bir şekilde artacağını düşünmüştür. Bu durum, öğrencinin eş değerlik noktası ile ilgili bilgisinin olmasına rağmen, titrasyon eğrisinin çizimiyle ilgili fazla bilgisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Tahmin sebebi basamağında, Türkiye'deki öğrencilerin 5'inin (T1, T7, T8, T10, T12) yanlış kategorisinde; 5 öğrencinin (T2, T3, T4, T5, T9) kısmen doğru kategorisinde; 2 öğrencinin (T6, T11) kavram yanılgısı kategorisinde cevap verdikleri gözlenmektedir. ABD'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin 3'ünün (A1, A2, A4) yanlış kategorisinde; 1 öğrencinin (A3) kısmen doğru kategorisinde, diğer öğrencinin (A5) ise sebep yok kategorisinde cevap verdikleri gözlenmektedir. Özetle, Türkiye'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin bu aşamada yanlış cevap oranlarının fazla olduğu, buna rağmen Türkiye'deki öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde ABD'li öğrencilere göre daha iyi sebep yazdıkları görülmektedir. Öğrencilerin, yaptıkları tahmin sebeplerine bakıldığı zaman, kısmen doğru kategorisinde cevap yazan Türkiye'deki öğrencilerin üçünün nötrleşme olayından bahsettikleri görülmekteyken, ABD'li öğrencilerin ikisinin nötrleşme olayından bahsettikleri görülmektedir. Bu durum, her iki gruptaki öğrencilerin titrasyon eğrisi ile ilgili çok fazla bilgiye sahip olmamalarından kaynaklanmış olabilir. Türkiye'de anlamalı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin tahmin sebebi kısmına bakıldığı zaman, öğrencinin eklenen NaOH'ten dolayı ortamın bazikleşeceğinden bahsettiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, burada kullanılan fenolftaleinden dolayı rengin pembeleşeceğinden bahsetmiştir. Öğrenci, fenolftaleinin ortamın asidik ya da bazik olup olmadığının anlaşılmasında kullanıldığını ifade etmiştir. Öğrencinin söyledikleri yanlış değildir, fakat net bir şekilde olayı açıklayamamaktadır. Öğrenci titrasyon eğrisini çizerken yatay ve dikey eksenlerde yer alması gerekenleri yazmamıştır ve titrasyon eğrisini 0'dan başlatmıştır. Bu durum, öğrencinin pH eğrisini gelişigüzel çizdiği şeklinde yorumlanabilir. Eğer öğrenci dikey eksene pH'ın geleceğini bilebilseydi, o zaman başlangıç pH'sını bulmak için çabalayabilirdi. Anlamalı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin çizdiği

titrasyon eğrisinin kısmen doğru kategorisinde olduğunu göstermektedir. Öğrenci yatay ve dikey eksenlerde bulunması gerekenleri yazmamasına ve başlangıçta olması gereken pH değerini yazmamasına rağmen, eş değerlik noktasındaki ve en son alması gereken pH değerini yazmıştır. Bu durum, öğrencinin titrasyon ile ilgili bilgisinin tam olarak doğru olmamakla beraber bir şeyler bildiğini göstermektedir. ABD’li öğrencilerden anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin tahmin sebebi basamağında yazmış olduğu ifadelerden nötrleşme kavramını bildiği anlaşılmaktadır. Öğrenci, bazın fazlasının eklenmesi durumunda ortamın bazik olacağından bahsetmiştir. Öğrencinin bu kavramı önceden bilmesi, daha önceki yıllarda da bu kavramın ele alınmasından kaynaklanmış ya da nötrleşme ile ilgili etkinlikten kaynaklanmış olabilir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin, eş değerlik noktasını bildiği ortaya çıkmaktadır. Öğrencinin bu aşamada, çizmiş olduğu titrasyon eğrisi ile ilgili gerekçeleri yer almaktadır. Öğrenci yanlış kategorisinde tahmin sebebi yazmıştır. Öğrencinin, bu aşamada kendi haklı çıkarmaya çalışan açıklamalar yaptığı anlaşılmaktadır. Böylelikle, öğrencinin yapmış olduğu titrasyon eğrisi yanlış olduğu için yapılan açıklamalarda yanlış olmuştur. Burada, ABD’li öğrencilerin titrasyon eğrisi çizmede Türkiye’deki öğrencilere kıyasla zorlandıkları anlaşılmaktadır. Bu durum, bu öğrencilerin titrasyon eğrisi çizmeye alışkın olmamalarından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, öğrencilerin ön ve son çizimlerinden elde edilen bulgularla da bu durum desteklenmektedir. Türkiye’deki öğrenciler çizim yapmada ABD’li öğrencilerden daha iyi durumda olduğu anlaşılmaktadır.

Gözlem aşamasında, Türkiye’deki öğrencilerin 8 öğrencinin (T1, T2, T3, T4, T5, T7, T8, T9) kısmen doğru kategorisinde, 3 öğrencinin (T6, T11, T12) doğru kategorisinde, 1 öğrencinin (T10) yanlış kategorisinde gözlem yaptığı anlaşılmaktadır. Buna karşın, ABD’li öğrencilerin tamamının kısmen doğru kategorisinde gözlem yaptıkları anlaşılmaktadır.

Açıklama aşamasında, Türkiye’deki öğrencilerin 10’unun (T1, T2, T3, T4, T5, T7, T8, T9, T10, T11) kısmen doğru kategorisinde, 1 öğrencinin (T6) doğru kategorisinde, 1 öğrencinin (T12) yanlış kategorisinde cevap verdikleri görülmektedir. ABD’li öğrencilerin bu aşamada verdikleri cevaplara bakıldığı zaman, 4 öğrencinin (A1, A2, A3, A4) kısmen doğru, 1 öğrencinin (A5) doğru kategorisinde cevap verdikleri gözlenmektedir. Bu aşamada, her iki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin birbirine yakın oranlarda açıklama yaptıkları anlaşılmaktadır. Türkiye’de anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin bu aşamada, tahmini ile gözlemi arasındaki farklılığın kısmen farkında olmasına karşın tatmin edici açıklamalar yapmadığı ortaya çıkmıştır. Örneğin, öğrenci

tahmin aşamasında titrasyon eğrisini 0 noktasından başlatırken, açıklama aşamasında bu eğrinin 1'den başlanması gerektiğinin farkındadır, ancak neden pH'nın 1 olduğundan bahsetmemiştir. Ayrıca, öğrenci yine titrasyon eğrisi üzerinde son pH'ı belirtmemiştir. Bu durum, öğrencinin yapılan olayın gerekçesini açıklamakta zorlandığını şeklinde yorumlanabilir. Anlamalı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin açıklamalarına bakıldığı zaman, bu öğrencinin yaptığı tahmin ile gözlem arasındaki eksikliğin farkında olduğu anlaşılmaktadır. Bu öğrencinin de gerekçe açıklama da zorlandığı anlaşılmaktadır. Buradan, her iki anlama seviyesindeki öğrenciler için açıklama aşamasının zor bir aşama olduğu söylenebilir. Bu durum, okullarda yapılan eğitim öğretim çalışmalarında gerekçeli açıklamalar üzerinde çok fazla durulmamasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, her ne kadar öğrenciler yapılan etkinlikler vasıtasıyla nerede yanlış yaptıklarının farkında olsalar bile, bu gerekçeli açıklamalar için zamana ihtiyaç duydukları şeklinde düşünülebilir. ABD'deki örneklem grubunda anlamalı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin bu aşamada yapmış olduğu açıklamaya bakıldığı zaman, öğrencinin yazdığı şeylerin kısmen doğru olduğu görülmektedir. Öğrenci titrasyon eğrisi ile ilgili yapmış olduğu tahmini ile gözlemi arasındaki eksikliği fark etmemiştir. Açıklama aşamasında sadece son pH'ın nerede sonlanacağını yazmıştır. Hâlbuki öğrencinin yapmış olduğu tahmine bakıldığı zaman, öğrencinin titrasyon eğrisinde hem yatay ve dikey alanlarda yazılması gerekenleri yazmadığı hem de titrasyon eğrisini 0'dan başlattığı ve son pH ile ilgili de bir şey yazmadığı anlaşılmaktadır. Bu açıdan, öğrenci tahmininde yapmış olduğu hataların farkında olmamıştır. Bu durum, öğrencinin etkinliği iyi anlamamış olmasından kaynaklanmış olabilir. Anlamalı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin açıklama basamağına bakıldığı zaman, öğrencinin tahmini ile gözlemi arasında yapmış olduğu hataların farkında olduğu anlaşılmaktadır.

Öğrencilerin pH eğrisi için yaptıkları çizimleri S şekli, liner, konveks ve konkav olmak üzere 4 kategoride toplanmıştır (Shappard, 1997, 2006). Türkiye'deki örneklem grubundaki 8 öğrencinin S şeklinde çizim yaptıkları, 2 öğrencinin doğrusal, 1 öğrencinin konkav, 1 öğrencinin ise konveks olarak çizdikleri görülmektedir. ABD'de örneklem grubundaki öğrencilerden 3'ünün konveks, 2'sinin ise konveks olarak çizimlerini yaptıkları görülmektedir. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin pH grafiklerine bakıldığında, erlendeki asit çözeltinin üzerine baz eklendiği zaman pH'nın yükseleceğini tahmin ettikleri anlaşılmaktadır. Türkiye'deki örneklem grubundaki öğrencilerden S şeklinde grafiklerini çizen öğrencilerin pH'nın en yüksek olduğu noktayı 7 olarak belirlemeleri dikkat çekicidir.

Bu durum, öğrencilerin asit ve bazın nötrleştikten sonra çözeltinin o şekilde kalacağını ve titrasyonun o noktada biteceğini düşünmelerinden kaynaklanmış olabilir.

#### 4.2.6. Hidroliz Kavramına Yönelik Tartışma

TGA etkinliğinde, öğrencilere tahmin olarak verilen kuvvetli asit-kuvvetli baz, kuvvetli baz-zayıf asit, zayıf baz-kuvvetli asit titrasyon grafiğinde, eş değerlik noktalarının neden birbirinden farklı oldukları sorulmuştur ve bununla ilgili öğrencilerin tahminlerini gerekçeleriyle yazmaları istenmiştir. Sonrasında ise kuvvetli baz-zayıf asit titrasyon grafiğinin neden bu şekilde olduğu ile ilgili tahminleri 3 aşamada sorulmuştur. Bu 3 aşama hidroliz 1, hidroliz 2 ve hidroliz 3 olarak ifade edilmiştir. Bu etkinlikte, tahmin 1 çizimlerle ilgili yapılan tahmin iken, tahmin 2 denklemler ile ilgili yapılan tahmindir. Yine aynı şekilde gözlem 1 çizimlerle ilgili yapılan gözlem iken, gözlem 2 denklemlerle ilgili yapılan gözlemdir. Bu kısımda, T3 kodlu öğrencinin Tablo 71, T6 kodlu öğrencinin Tablo 86, A2 kodlu öğrencinin Tablo 101 ve A3 kodlu öğrencinin Tablo 116'da yer alan bulguları tartışılacaktır.

Hidroliz 1'deki tahmin 1'de öğrencilerden NaOH ile  $\text{CH}_3\text{COOH}$  arasında gerçekleşecek reaksiyonun mikroskopik boyuttaki gösterimlerinin nasıl olması gerektiği ile ilgili çizimlerini yapmaları istenmiştir. Tahmin 2 aşamasında NaOH ile  $\text{CH}_3\text{COOH}$  arasında gerçekleşecek reaksiyonun denkleminin yazılması istenmiştir. Gözlem 1 basamağında, NaOH ile  $\text{CH}_3\text{COOH}$  arasında gerçekleşen reaksiyonun mikroskopik seviyede nasıl olduğunu gösteren animasyon etkinliği bulunmaktadır. Bu aşamada, öğrencilerden gördüklerini çizmeleri istenmiştir. Gözlem 2 kısmında, reaksiyon denkleminin yazılması istenmiştir. Açıklama basamağında ise öğrencilerden tahminleri ile gözlemleri arasında herhangi bir farklılık olup olmadığının yazılması istenmiştir.

Hidroliz 2 kısmında, tahmin 1 aşaması  $\text{CH}_3\text{COONa}$  tuzunun suda çözünmesi ile ilgili çizimin yapılmasının ve denklemin yazılmasının istendiği aşamadır. Tahmin 2 basamağında, tuzun sudaki iyonlaşma denkleminin yazılması istenmiştir. Gözlem 1 basamağında çizim yapılması, gözlem 2 basamağında ise denklemin yazılması istenmiştir. Açıklama basamağında ise öğrencilerden tahminleri ile gözlemleri arasında herhangi bir farklılık olup olmadığının yazılması istenmiştir.

Hidroliz 3 kısmında, tahmin 1 basamağında tuzun iyonlarından hangisinin su ile reaksiyona gireceği ile ilgili çizimin yapılması istenmektedir. Tahmin 2 basamağı,

öğrencilerden tuzun iyonlarından hangisinin su ile reaksiyona gireceği ile ilgili denklemi yazmalarının istendiği basamaktır. Gözlem 1 basamağında çizim yapılması, gözlem 2 basamağında ise denklemin yazılması istenmiştir. Açıklama basamağında ise öğrencilerden tahminleri ile gözlemleri arasında herhangi bir farklılık olup olmadığının yazılması istenmiştir.

Birinci hidroliz etkinliğinde, her iki gruptaki öğrenciler asit ve baz arasındaki reaksiyon sonucunda tuz ve su oluştuğunu doğru olarak bilmiştir. Hidroliz 2’de ise oluşan tuzun sudaki iyonlaşma denklemini yazmaları istenmiştir. Öğrencilerin çoğunluğu bu denklemi sanki nötralleşme olayının tersi gibi düşünüp kendilerini oluşturan asit ve baza dönüştüğünü gösteren denklemleri yazmıştır. Hidroliz 3’te ise tuzun iyonlarından hangisinin su ile reaksiyona gireceğinin sorulduğu denklem yer almaktadır. Türkiye’deki anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencilerin hidroliz 1, hidroliz 2, hidroliz 3 etkinliklerinde yapmış olduklarını daha detaylı bir şekilde incelendiğinde bu öğrenciler hakkında şu yorumlar yapılabilir.

Türkiye’deki anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin hidroliz 1, hidroliz 2 ve hidroliz 3 etkinliklerinde tahmin 1 aşamasında, yani moleküler boyutta çizim yapılmasının istendiği basamakta, öğrencinin her üç etkinlikte de çizim yapmadığı gözlenmektedir. Öğrencinin ön çizimlerine bakıldığı zaman, bu öğrencinin ön çizimlerinde de çizim yapmadığı anlaşılmaktadır. Bu durum, bu öğrenci için çizim yapmanın zor bir durum olduğu şeklinde yorumlanabilir. Öğrencinin her üç etkinlikteki tahmin 2 basamağına bakıldığı zaman ki bu basamakta öğrencilerden reaksiyon denklemlerini tamamlamaları istenmektedir, sadece hidroliz 1’deki etkinlikte öğrencinin doğru kategorisinde denklem yazdığı anlaşılmaktadır. Öğrenciden hidroliz 1’deki tahmin 2 aşamasında  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ile  $\text{NaOH}$  arasında gerçekleşen reaksiyonun denkleminin yazılması istenmişti. Hidroliz 2 etkinliğindeki tahmin 2 aşamasında öğrenciden  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ’nın sudaki çözünmesi ile denklemi yazmaları istenmiştir. Hidroliz 3’teki tahmin 2 aşamasında ise tuzun iyonlarından hangisinin  $\text{H}_2\text{O}$  ile reaksiyona gireceği ile denklemi yazmaları istenmiştir. Öğrenci hidroliz 2 etkinliğinde, tahmin 2 aşamasında nötrleşmenin tam tersi bir denklem yazmıştır. Yani öğrenci,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  suda çözündüğü zaman, kendisini meydana getiren asit ve baza dönüşeceğini yazmıştır. Burada, öğrenci asit ve bazın reaksiyonu sonucunda tuz ve su oluştuğu gibi tuz ve suyun reaksiyona girince kendisini meydana getiren asit ve baza dönüşeceğini düşünmüştür. Öğrencinin, reaksiyonu çift yönlü bir denklem gibi düşündüğü söylenebilir. Ayrıca, öğrencinin hidroliz 3 etkinliğindeki tahmin 2

basamağında yazılması gereken denklemi de yanlış yazdığı anlaşılmaktadır. Aslında, bu durum öğrenciler için zor bir durumdur. Bu aşamada, öğrencilerden bu konuyla ilgili düşünceleri sağlanmak istenmiştir. Öğrencinin hidroliz 1, hidroliz 2 ve hidroliz 3 etkinliklerinin, gözlem 1 aşamalarında kısmen doğru kategorisinde çizimler yapmıştır. Öğrenci, bu aşamada, ekranda görmüş olduğu simülasyonda yer alan molekülleri çizmeye çalışmıştır. Öğrencinin, her üç etkinlik için yaptığı açıklama aşamasına bakıldığı zaman, tahmin aşamasında çizimleri bilmediği ve tuz iyonlarından hangisinin su ile reaksiyona gireceğini bilmediğini ifade ettiği görülmektedir. Öğrencinin tahmini ile gözlemi arasındaki yanlışlığın kısmen farkında olduğu göze çarpmaktadır. Öğrenci, hidroliz 2 ve hidroliz 3'te yanlış yaptığı denklemlerden bahsetmemiştir. Bu etkinlikte, öğrencinin kısmen doğru basamağında yapmış olduğu çizimler, onun son çizimlerinde ilk çizimlerine oranla daha düzgün çizimler yapmasında katkıda bulunduğu söylenebilir.

Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin bu etkinliklerde yaptıkları yorumlandığı zaman şunlar karşımıza çıkmaktadır. Öğrenci her üç hidroliz etkinliğinde çizim aşamasında harflere dayalı bir çizim yapmıştır. Öğrencinin, kuvvetlilik ve konsantrasyon etkinliğinde tahmin aşamasında yapmış olduğu çizimlere bakınca, öğrencinin o etkinlikte de harflere dayalı bir çizim yaptığı anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrenci için moleküler boyutta çizim yapmanın kolay bir durum olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Her üç etkinlikteki denklem yazmayı gerektiren tahmin 2 kısımlarına bakıldığı zaman, öğrencinin asit ile bazın tepkimesini yazması istenen hidroliz 1'deki tahmin 2 kısmını doğru bir şekilde yazdığı görülmektedir. Bu durum, bu öğrenci için zor olmadığını göstermektedir. Öğrencinin asit ve baz tepkimesi sonucunda tuz ve oluştuğunu da bildiğini düşünürsek, öğrencinin bu denklemi yazması şaşırtıcı bir durum değildir. Aynı durum, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirilemeyen T3 kodlu öğrencide de gözlenmektedir. T3 kodlu öğrencide bu aşamada yer alan denklemi doğru bir şekilde yazmıştır. Hidroliz 2 etkinliğinin denklem yazma kısmı olan tahmin 2 basamağına bakıldığı zaman, öğrencinin yanlış kategorisinde denklem yazdığı gözlenmektedir. Öğrencinin bu aşamadaki denklemde, tuz ile suyun birleşiminden kendisini meydana getiren asit ve baza dönüşeceğini yazmıştır. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirilemeyen T3 kodlu öğrenci de aynı denklemi yazmıştır. Her iki öğrenci de, asit ve bazın tuz ve suyu oluşturduktan sonra, tuz ve suyun da tekrar reaksiyona girip asit ve bazı oluşturacağını düşünmesi bu olayı çift yönlü bir reaksiyon gibi algıladıklarını göstermektedir. Öğrenci, her üç etkinlikteki tahmin sebebi basamaklarını boş bırakmıştır. Bu durum, bu etkinlik için



sebeup yazmanın zor bir durum olduğu şeklinde yorumlanabilir. T6 kodlu öğrencinin, her 3 etkinliğin gözlem aşamasına bakıldığı zaman, mikroskobik çizimlerin istendiği gözlem 1 aşamalarının kısmen doğru kategorisinde olduğu göze çarpmaktadır. Denklemlerin yazılması ile ilgili olan kısımda ise etkinlik 1'deki denklemi doğru yapıp diğerlerini kısmen doğru kategorisinde yaptığı anlaşılmaktadır. Her üç etkinlik için yapılan açıklama basamağında bakıldığı zaman, öğrencinin yanlış yapmış olduğu denklemlerin onun dikkatini çektiği gözlenmektedir. Hâlbuki öğrencinin tahmin aşamalarında yapmış olduğu çizimler de gözlem kısmında çizdikleri gibi değildi. Bu etkinlikler için hem anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren, hem de anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen öğrencinin yapmış oldukları açıklama basamaklarında hidroliz kavramı geçmemektedir. Öğrencilerin son kavram haritaları incelendiğinde, T3 kodlu öğrencinin bu kavramı kullanmazken, T6 kodlu öğrencinin kullandığı anlaşılmaktadır.

ABD'li örneklem grubunda yer alan ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin hidroliz 1, 2 ve 3 etkinliklerinde yapmış olduğu tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarına bakıldığı zaman şu yorumlar yapılabilir. Öğrencinin hidroliz 1, 2 ve 3'te çizim yapması istenen tahmin 1 aşamalarında yanlış çizimler yaptığı gözlenmektedir. Öğrenci, harfler kullanarak çizim yapmıştır. Aynı öğrenci, kuvvetlilik ve konsantrasyon etkinliğindeki tahmin aşamasında da yine harfler kullanarak çizim yapmıştır. Bu durum, çizim yapmanın zor bir durum olduğunu göstermektedir. Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan T6 kodlu öğrenci de buna benzer bir durum sergilemiştir. Denklem yazma ile ilgili olan tahmin 2 basamağına bakıldığı zaman, öğrencinin sadece hidroliz 1'deki asit ve baz reaksiyonu sonucunda oluşan tuz ve su denklemini doğru olarak yazdığı anlaşılmaktadır. Hidroliz 2'deki tahmin 2 basamağında, A2 kodlu öğrenci Türkiye'deki T3 ve T6 kodlu öğrencilerle benzer mantık yürüterek, tuz ve suyun reaksiyonu sonucunda kendisini meydana getiren asit ve bazın oluşacağını düşünmüştür. Her üç öğrencinin, tuzun suda çözünmesi yerine kendisini meydana getiren asit ve baza oluşacağını düşünmesi ilginç bir durumdur. Bu durumun sebebi, öğrencinin tuzun suyun içinde çözünebileceğini düşünmemiş olmasından kaynaklanmış olabilir. A2 kodlu öğrencinin hidroliz 1, 2 ve 3 etkinlikleri için tahmin sebebi basamaklarında herhangi bir açıklama yapmadığı gözlenmektedir. Bu durum, bu etkinlik için zor bir durum olduğu şeklinde yorumlanabilir. Öğrencinin gözlem aşamalarında yapmış olduklarına bakıldığı zaman, yine harflendirme kullanarak çizimler yaptığı görülmektedir. Yalnızca, hidroliz 2 ve 3'te yapmış olduğu çizimlerde iyonlaşmaları gösterdiği için yaptığı çizim kısmen doğru

kategorisinde yer almıştır. Öğrencinin her üç etkinlik için yapmış olduğu açıklama basamağına bakıldığı zaman, öğrencinin daha çok denklemleri üzerinde durduğu anlaşılmaktadır. Denklemler için yapmış olduğu bu açıklamalar doğrudur. Öğrenci nerede, yanlış ve eksik yaptığının farkındadır. Bu öğrenci de, yaptığı açıklama da hidroliz kavramından bahsetmemiştir. Ayrıca, öğrenci son kavram haritasında, bu kavramı kullanmamıştır. Bu durum, bu kavramın öğrenci için zor bir kavram olduğu şeklinde yorumlanabilir. Öğrencinin uygulama bittikten sonraki yapılan son çizimlerine bakıldığı zaman, yine harflendirmede kullandığı; fakat bunun yanında iyonlaşmaları da gösterdiği dikkat çekmektedir.

Anlamalı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin hidroliz 1, 2 ve 3'te tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında bakıldığı zaman çıkan yorumlar şu şekildedir. Öğrenci hidroliz 1, 2 ve 3 etkinliklerinin tahmin 1'deki çizimleri çizmemiş ve tahmin 2'deki denklemleri yazmamıştır. Ayrıca, tahmin sebebi kısımlarını da boş bırakmıştır. Bu durum, bu öğrenci için çizim yapmanın ve denklemleri yazmanın zor olduğu şeklinde yorumlanabilir. Öğrencinin yapmış olduğu gözlemlere bakıldığı zaman, gözlem 1 kısımlarındaki çizimleri yapmaya çalışmıştır. Yaptığı çizimler kısmen doğru kategorisindedir. Öğrenci sadece, hidroliz 3'deki gözlem 2'de yer alan denklemi yazmıştır. Yazdığı denklemde kısmen doğru kategorisindedir. Öğrenci, denklemler konusunda dikkatsiz davranmıştır denilebilir. Öğrencinin açıklama basamağında yapmış olduklarına bakıldığı zaman “hemen hemen her şey” yazıp bıraktığı gözlenmektedir. Öğrencinin tahmini ve gözlemleri arasında büyük farklılıklar vardır. Ancak, öğrenci burada onlardan bahsetmemiştir. Bu durum, öğrenciye zor gelmiş olabilir. Öğrenci, tahmini ile gözlemi arasında “hemen hemen hepsi farklı” olduğu için uzun uzadıya yazmak istememiş olabilir. Öğrencinin yapmış olduğu tahminlerden ve açıklamalar bu etkinliğin öğrenci için zor bir etkinlik olduğu şeklinde yorumlanabilir.

#### **4.2.7. Tampon Çözelti Kavramına Yönelik Tartışma**

Tampon çözelti ile ilgili TGA etkinliğinde, su ve tampon çözeltisi bulunan kaplara asit ve bazın ilavesinden sonra alacağı durumların tahmin edilmesi vardır. Etkinlikte, 4 deney tüpü vardır. Bunların ilk ikisinde saf su, son ikisinde ise tampon çözelti vardır. Öncelikle bu çözeltilere universal indikatör ilave edilmekte sonrasında ise birinci ve üçüncü deney tüpüne HCl, ikinci ve dördüncü deney tüpüne NaOH ilave edilmektedir.

Öğrencilerden, bu ilavelerden sonra her bir kapta neler olabileceği ile ilgili tahminlerini sebepleriyle birlikte yazmaları istenmektedir. Bu etkinlikte, tanımlama basamağında, öğrencilere tampon çözelti ile ilgili ön bilgi verilmektedir. Bu etkinlik için, T3 kodlu öğrencinin Tablo 68, T6 kodlu öğrencinin Tablo 83, A2 kodlu öğrencinin Tablo 98 ve A3 kodlu öğrencinin Tablo 113’de yer alan bulguları tartışılacaktır.

Bu etkinlik sonucunda elde edilen bulgulara bakıldığında zaman, tahmin basamağında, Türkiye’deki 6 öğrencinin (T1, T3, T7, T9, T10, T12) yanlış, 5 öğrencinin (T2, T4, T5, T6, T8) kısmen doğru, 1 öğrencinin (T11) doğru kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. Buna karşın, ABD’deki 1 öğrencinin (A1) kısmen doğru, 3 öğrencinin (A2, A3, A5) doğru, 1 öğrencinin (A4) yanlış kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. ABD’li öğrencilerin tahmin aşamasında Türkiye’deki öğrencilerden daha iyi anlama seviyelerinde tahminler yaptıkları görülmektedir. Doğru cevap kategorisinde her iki örneklem grubundaki öğrencilerin verdikleri cevapların içeriğine bakıldığında, öğrencilerin universal indikatör ilave edilmesinden itibaren çözeltilerin alacağı renkleri doğru olarak tahmin ettikleri, kısmen doğru kategorisinde cevap yazan öğrencilerin ise asit ve baz ilave edilmesinden sonra çözeltilerin alacağı rengi yazdıkları anlaşılmaktadır.

Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirilemeyen T3 kodlu öğrencinin tahmin aşamasında yanlış kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. Öğrencinin yapmış olduğu tahmine bakıldığında zaman, tampon çözeltinin ne işe yaradığı ile ilgili bilgisinin olmadığı anlaşılmaktadır. Çünkü öğrenci, asit ve baz ilavelerinden sonra su ve tampon çözelti içeren çözeltilerin renginin değişeceğini asit damlatılan çözeltilerin renginin kırmızı, baz ilave edilen çözeltilerin renginin mavi olacağını yazmıştır. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerden T6 kodlu öğrencinin kısmen doğru kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. T6 kodlu öğrencinin yapmış oldukları tahmine bakıldığında zaman, öğrencinin su ile ilgili tahminlerinin doğru olmasına karşın, tampon çözelti ile ilgili tahminlerinin doğru olmadığı anlaşılmaktadır. Öğrenci, tampon çözeltilerde renk değişimi olmadığını yazdığı halde, tampon çözeltilerin üzerlerine asit ve baz ilave edildiğinde, renklerinin sırasıyla kırmızı ve mavi olacağını yazmış fakat pH’nın değişmeyeceğinden dolayı rengin değişmeyeceğinden bahsetmiştir. Burada, öğrenci her ne kadar tampon çözeltinin işlevini yazmış olsa da uygulamada bu kavram ile ilgili eksikliği olduğu anlaşılmaktadır. ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin tahmin aşamalarına bakıldığında zaman, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirilemeyen A3 kodlu öğrencinin ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin doğru kategorisinde

tahmin yaptıkları görülmektedir. A3 kodlu öğrenci tampon çözelti içeren kaplarda renklerin değişmeyeceğini, saf su içeren kapların asit ve baz ilavesinden sonra renklerinin değişeceğini belirtmiştir. Buna karşın, A2 kodlu öğrencinin tahminini açıklarken çözeltilerin pH'ları üzerinden gittiği dikkat çekmektedir.

Tahmin sebebi basamağında, Türkiye'deki örneklemdaki 4 öğrencinin (T1, T7, T10, T12) yanlış kategorisinde, 5 öğrencinin (T2, T3, T5, T8, T11) kısmen doğru, T9 kodlu öğrencinin kavram yanılgısı, 2 öğrencinin (T4, T6) doğru kategorisinde cevap verdikleri anlaşılmaktadır. Buna karşın, ABD'li öğrencilerden 4'ünün (A1, A2, A3, A5) kısmen doğru, 1'nin (A4) ise yanlış kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. Bu basamakta, ABD'li öğrencilerin Türkiye'deki öğrencilerden daha iyi sebep yazdıkları anlaşılmaktadır. Türkiye'deki örneklemden yanlış kategorisinde cevap veren öğrencilerin genel olarak, 1. ve 3. deney tüplerinin asidik çözelti olacağını ve renklerinin kırmızı olacağını, 2. ve 4. deney tüplerinin bazik olacağını ve renklerinin mavi olacağını ifade ettikleri anlaşılmaktadır. Kısmen doğru kategorisinde cevap veren öğrencilerin genel olarak sulu çözelti üzerine asit ve baz ilave edildiğinde renginin değişeceğini, tampon çözeltinin renginin ise sabit kalacağını ifade ettikleri görülmektedir. ABD'deki örneklemden kısmen doğru kategorisinde cevap yazan öğrencilerin su bulunan çözeltilerde pH'nın değişeceğini, buna karşın tampon çözeltilerde değişmeyeceğini ifade ettikleri anlaşılmaktadır. Yanlış kategorisinde cevap yazan öğrencinin az miktarda ilave edilen asit ve baz çözeltisinin tampon çözeltisi bulunan deney tüplerinde pH'ı değiştirmeyeceğini anlamadığı, asit ilave edilen çözeltilerin renginin kırmızı, baz ilave edilen çözeltinin renginin mavi olacağını düşündüğü ortaya çıkmıştır. Buradan öğrencinin ilâve edilen universal indikatörün renginin de turnusol kâğıdı gibi renk değiştireceğini düşündüğü söylenebilir.

Gözlem basamağında, Türkiye'deki 6 öğrencinin (T1, T5, T6, T7, T9, T11) doğru; 6 öğrencinin (T2, T3, T4, T8, T10, T12) kısmen doğru kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. Buna karşın, ABD'deki örneklemden 2 öğrencinin (A1, A3) kısmen doğru; 2 öğrencinin (A2, A5) doğru; 1 öğrencinin (A4) yanlış kategorisinde cevap verdikleri gözlenmektedir. Bu aşamada, Türkiye'deki öğrencilerin, ABD'li öğrencilerin daha iyi gözlem yaptıkları anlaşılmaktadır. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin gözlem basamağına bakıldığı zaman, gözlemlerini kısmen doğru kategorisinde yaptığı anlaşılmaktadır. Öğrenci, deney tüplerinin üzerine universal indikatör ilave edilmesi ile ilgili gözlemlerini yazmamıştır. Bu öğrenci tahmin aşamasında da universal indikatörün ilâvesinden sonraki tahminini yapmamıştır. Bu bağlamda, öğrencinin

tahmin aşamasında izlemiş olduğu mantığa benzer bir mantık izlediği düşünülebilir. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin doğru kategorisinde cevap verdiği anlaşılmaktadır. Öğrenci üniversal indikatör ilavesinden sonra çözeltilinin alacağı rengi yazmıştır. ABD’li örneklem grubundaki A2 kodlu öğrencinin, üniversal indikatörün ilavesinden sonra ve asit ve baz ilavelerinden sonra çözeltilinin alacağı renkleri doğru olarak yazdığı anlaşılmaktadır. Buna karşın, anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin asit ve baz ilavesinden sonraki gözlemleri yazdığı anlaşılmaktadır. Bu öğrencinin tahmin aşamasında da üniversal indikatörün ilavesinden sonra çözeltilerin alacağı renkleri yazmaması, öğrencinin tahmin aşamasında yapmış olduğu ifadeleri destekler gözlemler yaptığı şeklinde yorumlanabilir. İlgili literatür incelendiğinde Liew (1995), yaptığı çalışmada öğrencilerin ön bilgilerinin onların tahmin, gözlem ve fenomeni açıklamalarını etkilediğini ifade etmiştir ki bu sonuç yürütülen bu çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Açıklama basamağında, Türkiye’deki 5 öğrencinin (T1, T5, T6, T7, T11) doğru; 5 öğrencinin (T2, T3, T4, T8, T10) kısmen doğru; 2 öğrencinin (T9, T12) yanlış kategorisinde cevap verdikleri gözlenmektedir. Buna karşın, ABD’deki 2 öğrencinin (A1, A3) kısmen doğru; 2 öğrencinin (A2, A5) doğru; 1 öğrencinin (A4) yanlış kategorisinde cevap verdiği gözlenmektedir. Açıklama basamağında, her iki örneklem grubundaki öğrencilerin birbirlerine yakın oranda cevap yazdıkları anlaşılmaktadır. Türkiye’deki örnekleme anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin doğru kategorisinde cevap yazdığı görülmektedir. Öğrencinin bu aşamadaki cevapları incelendiğinde, tahminleri ile gözlemleri arasındaki farklılıkları, eksiklikleri fark ettiği anlaşılmaktadır. Sonuç itibarıyla, öğrencilerin doğru açıklama yapabilmeleri için tahminleri ile gözlemleri arasındaki yazdıklarının farkında olmaları onlara avantaj sağlamakta olduğu söylenebilir. ABD’li öğrencilerden anlamli öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin, bu aşamada doğru bir şekilde açıklama yaptığı gözlenmektedir. Öğrencinin tahmin aşamasında ve gözlem aşamasında yazdıklarına bakıldığı zaman, nelerde ne yaptığının farkında olduğu anlaşılmaktadır. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin bu aşamada “tahminim ile gözlemim arasında bir fark yok” deyip başka açıklama yapmadığı gözlenmektedir. Öğrencinin yaptığı tahmin ve gözlem basamakları yanlış değildir, ancak bazı eksiklikleri vardır. Öğrenci kendi eksikliklerinin farkında değildir. Meselâ, tahmin aşamasında üniversal indikatörün alacağı renkle ilgili bir tahminde bulunmazken, gözlem aşamasında da bu durumdan bahsetmemiştir. Buradan, öğrencilerin anlamli öğrenmeyi

gerçekleştirebilmesi için tahmini ile gözlemleri arasındaki eksikliklerin farkında olması gerektiği söylenebilir.

Öğrencilerin kavram haritasına bakıldığı zaman, ön kavram haritasında bu kavramı çok fazla kullanmamalarına karşın son kavram haritasında daha fazla sayıda kullandıkları görülmektedir. Buna ilave olarak, her iki örneklem grubundaki öğrencilerin son KİT'lerine bakıldığı zaman, öğrencilerin tampon çözelti kavramını asit, baz ve pH anahtar kavramlarıyla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin bu kavramı anladıkları ve son duruma da yansıttıkları şeklinde ifade edilebilir.

#### **4.2.8. Asit-Baz Tanımlarına (Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis) Yönelik Tartışma**

Bu kısımda, Arrhenius asit-baz tanımı için T3 kodlu öğrencinin Tablo 72, T6 kodlu öğrencinin Tablo 87, A2 kodlu öğrencinin Tablo 102 ve A3 kodlu öğrencinin Tablo 117'de yer alan bulguları tartışılacaktır. Bronsted-Lowry asit baz tanımı için, T3 kodlu öğrencinin Tablo 73, T6 kodlu öğrencinin Tablo 88, A2 kodlu öğrencinin Tablo 103 ve A3 kodlu öğrencinin Tablo 118'den elde edilen bulguları tartışılacaktır. Son olarak, Lewis asit-baz tanımı etkinliği için T3 kodlu öğrencinin Tablo 74, T6 kodlu öğrencinin Tablo 89, A2 kodlu öğrencinin Tablo 104 ve A3 kodlu öğrencinin Tablo 119'da yer alan bulgularından elde edilen sonuçlar tartışılacaktır.

Her iki gruptaki öğrencilerin Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit- baz tanımlarında genel olarak iyi sonuçlar aldıkları, açıklama basamaklarında doğru yada kısmen doğru kategorilerinde cevaplar verdikleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerle yapılan informal mülakatlarda ise öğrencilerin her üç teorinin tanımlarını doğru bir şekilde yapabildikleri anlaşılmıştır. Öğrencilere görüşmeler esnasında sorulan size göre en kolay asit baz tanımı hangisiydi sorusuna? Öğrencilerin büyük çoğunluğunun Arrhenius asit-baz tanımı ifade ettiği belirlenmiştir. En iyi teori hangisidir diye? sorulduğunda ise Lewis ve Bronsted-Lowry asit baz tanımını vermişlerdir. Öğrencilerin Arrhenius'u asit-baz tanımları içinde en kolay tanım olarak görmelerinin nedeni "asitler suya  $H^+$  iyonu, bazlar suya  $OH^-$  iyonu verir" şeklindeki ifade olabilir. Öğrencilerin bu ifadeyi daha önceki yıllarda da görmüş olmaları onlar için bu tanımı daha kolay anlaşılır yapabilir. Buna karşın, diğer tanımlarda maddeler arasında karşılıklı alışverişler olması ya da elektron çiftlerinin işin içinde olması bu tanımların anlaşılmasını öğrenciler açısından zor kılabilir. İlgili literatür

incelendiğinde, Garnet ve diğerleri (1995), genç lise öğrencilerinin Arrhenius modeliyle işlem yaparlarken, daha yaşlı lise öğrencilerinin Arrhenius ve Bronsted-Lowry asit baz tanımını birlikte kullandıklarını rapor etmişlerdir. Kousathana, Demereouti ve Tsaparlis (2005), yaptıkları çalışmada, lise son sınıfta öğrencilere Bronsted-Lowry modeli öğretilmesine karşın, Arrhenius modeline daha aşina oldukları rapor edilmiştir. Yine yapılan çalışmalar, öğrencilerin Bronsted modeli ile ilgili olarak sorunlara sahip olduğunu göstermektedir. Ross ve Munby (1991) ve Nakhleh (1994), lise öğrencileri ile yaptıkları çalışmalarda, öğrencilerin asit ve bazları iyon olarak anlamakta zorluk çektiklerinden dolayı, asit-baz kimyasını anlamakta yetersiz olduklarını rapor etmişlerdir. Rayner-Canham (1994) ve Demerouti ve diğerleri (2004), yaptıkları çalışmalarda, öğrencilerden Bronsted modeli ile ilgili daha anlamaları beklerken, öğrencilerin Arrhenius modeline daha aşina oldukları ve Bronsted modelini asit-bazların özelliklerini açıklamada kullanmadıklarını rapor etmişlerdir. Drechler ve Schmith (2005), yaptıkları çalışmada, öğrencilere asit-baz reaksiyonlarını açıklamaları için soru sorulduğunda, öğrencilerin farklı modellerin özellikleri karıştırdıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca, Arrhenius ve Bronsted model arasındaki farklılıkları anlayamadıkları rapor edilmiştir. İlgili literatür incelendiğinde, genellikle Arrhenius ve Bronsted-Lowry asit-baz tanımları arasında bir ilişkilendirme yapıldığı görülmektedir. Bizim yürüttüğümüz çalışmada, Lewis asit-baz tanımı da işe koşularak literatürden farklı bulgular sergilemiştir. Ayrıca, animasyon ile hazırlanan hikayesel analogilerin öğrencilerin değişik bilim adamlarının yapmış olduğu asit-baz tanımlarını anlamada yararlı olduğu düşünülmektedir.

#### **4.2.9. TGA Etkinliklerinin Genelinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışmalar**

Türkiye'deki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencilerin ve ABD'deki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren A2 kodlu öğrencinin tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarındaki anlama seviyelerine bakıldığında aşağıdaki durum ortaya çıkmıştır. Bu kısımda, T3 kodlu öğrencinin Tablo 75; T6 kodlu öğrencinin Tablo 90; A2 kodlu öğrencinin Tablo 105 ve A2 kodlu öğrencinin Tablo 120'den elde edilen bulgular tartışılacaktır.

T6 kodlu öğrencinin tahmin basamağında, % 36,7'si doğru, % 43,3'ü kısmen doğru, %20'si yanlış kategorisinde cevaplama yaptığı görülmektedir. Tahmin sebebi

basamağında, %10 oranında doğru ve kavram yanlışlığı, % 33,3 kısmen doğru kategorisinde, % 23,3 oranında yanlış ve boş kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Gözlem basamağında, % 90 oranında doğru, % 3,3 oranında kısmen doğru, % 6,7 oranında yanlış cevap verdikleri gözlenmektedir. Açıklama basamağında ise % 86,7 oranında doğru, % 10 oranında kısmen doğru ve % 3,3 oranında yanlış cevap verdiği gözlenmektedir. Öğrencinin açıklama basamağında, tahmin basamağına göre daha yüksek oranlarda doğru açıklama yaptığı görülmektedir. Öğrencinin tahmin sebebi basamağında, verdiği doğru cevap oranının düşük olduğu gözlenmektedir. Burada, öğrenci gözlem basamağında kazanmış olduklarını açıklama basamağında da ortaya koyduğu söylenebilir. Öğrencinin, TGA etkinliklerindeki durumuna bakıldığı zaman, genel olarak tahmini ile gözlemi arasındaki eksikliğin farkında olduğu ifade edilebilir.

A2 kodlu öğrencinin tahmin basamağında % 33,3 oranında doğru, % 30 oranında kısmen doğru, % 30 oranında yanlış ve % 6,6 oranında kavram yanlışlığı kategorisinde cevap vermiştir. Tahmin sebebi basamağında % 26,7 oranında doğru, % 20 oranında kısmen doğru ve yanlış, % 16,7 oranında kavram yanlışlığı ve boş kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Gözlem basamağında % 63,3 doğru, % 36,7 oranında kısmen doğru, % 3,3 oranında kavram yanlışlığı cevap yazdığı gözlenmektedir. Açıklama basamağında ise % 73,3 oranında doğru, % 10 oranında kısmen doğru, % 13,3 oranında kavram yanlışlığı ve kısmen doğru, % 3,3 oranında yanlış kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Bu öğrencinin de açıklama basamağında tahmin basamağına oranla daha iyi anlama seviyelerinde cevap verdiği anlaşılmaktadır.

Her iki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrenciler arasında en yüksek açıklama puanlarını T6 kodlu öğrencinin aldığı görülmektedir. A2 kodlu öğrencinin açıklama basamağında bu öğrenciden daha düşük oranlarda açıklama yaptığı görülmektedir. Buradan, Türkiye'deki öğrencilerin bilgilerini yansıtmada ABD'li öğrenciye göre daha az yetenekli olduğu söylenebilir.

T3 kodlu öğrencinin gözlem basamağında % 63,3 oranında doğru, % 6,7 oranında yanlış, % 30 oranında kısmen doğru kategorisinde gözlem yaptığı gözlenmektedir. A3 kodlu öğrencinin % 30 oranında doğru, % 46,7 oranında kısmen doğru, % 23,3 oranında kavram yanlışlığı gözlem yaptığı görülmektedir. T3 kodlu öğrencinin A3 kodlu öğrenciye göre daha fazla doğru kategorisinde gözlem yapmasına rağmen açıklama basamağında birbirine benzer oranlarda doğru açıklama yapmaları, T3 kodlu öğrencinin açıklama yeteneğinin çok fazla olmamasıyla açıklanabilir. A3 kodlu öğrencinin ise gözlem



basamağında doğru gözlem yapmaması ve bu aşamada yeni kavram yanlışları edinmesi olarak açıklanabilir. T3 öğrencinin tahmin sebebi basamağında % 26,7 oranında doğru, %33,3 oranında kısmen doğru, %6,7 oranında kavram yanlışlığı, % 3,3 oranında yanlış ve %30 oranında boş kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. A3 kodlu öğrencinin tahmin sebebi basamağında %10 oranında doğru, %23,3 oranında kısmen doğru, % 36,7 oranında yanlış, % 30 oranında boş kategorisinde cevaplar verdiği gözlenmektedir. Açıklama basamağında ise T3 kodlu öğrencinin %90 oranında kısmen doğru, %10 oranında doğru kategorisinde cevap verdiği görülmektedir. Buna karşın, A3 kodlu öğrencinin %60 oranında kısmen doğru, %10 oranında doğru, %10 oranında boş ve %20 oranında kavram yanlışlığı kategorisinde cevap yazdığı anlaşılmaktadır. Buradan, T3 kodlu öğrencinin A3 kodlu öğrenciye göre daha fazla oranda doğru ve kısmen doğru kategorisinde cevap yazmasına karşın, her iki öğrencinin de aynı oranda boş kategorisinde cevap yazdıkları görülmektedir. A3 kodlu öğrencinin yanlış ve boş kategorisindeki cevapları % 60'ın üzerinde olduğu düşünüldüğünde bu öğrencinin süreçte kazanmış olduğu yeni kavram yanlışları da göz önüne alındığı bu öğrencinin anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirememesi normal olarak gözükmektedir. T3 kodlu öğrencinin doğru ve kısmen doğru kategorisindeki cevapları, açıklama basamağında da görülmektedir. Bu öğrencinin süreçte öğrendiğini yansıtamadığı ya da süreçte yüzeysel bir öğrenme gerçekleştirdiği söylenebilir.

Yukarıdaki bilgilerde, her iki grupta anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren ve gerçekleştiremeyen öğrencilerin TGA etkinliklerinde her aşamada vermiş oldukları ifadelerin anlama seviyelerine göre analiz edilmiş hali bulunmaktadır. Bilgilerden de anlaşılacağı gibi öğrencilerin Tahmin-tahmin sebebi-gözlem ve açıklama basamaklarının her aşamasında anlama seviyelerinin belirlendiği anlaşılmaktadır. Dijital video çekilmiş bilgisayara dayalı TGA etkinlikleri ile yapılan bir çalışmada Kearney (2002), hazırladığı programın tahmin, tahmin sebebi ve gözlem basamaklarında öğrencilerin zengin konuşmalar yaparken, açıklama basamaklarında yapamadıkları sonucuna varmıştır. Öğrencilerin tahmin, tahmin sebebi ve gözlem basamaklarında olumlu sonuç alınmıştır. Ayrıca, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının tahmin sebebi ve gözlem basamakları ve tahmin basamaklarında çıktığı belirlenmiştir. Bizim yürüttüğümüz çalışmada ise öğrencilerin sahip oldukları kavramlar ve yanlışlar her aşamada belirlenebilmiştir. Ayrıca, yürütülen çalışmada, öğrencilerin açıklama basamaklarında kısmen doğru kategorisinde cevap vermeleri, bu öğrencilerin klasik eğitimde öğretmenin

her şeyi anlatmasına alışkın olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim öğrencilerle yapılan informal mülakatlarda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen bir öğrencinin bana öğretmenin anlatması gerekiyor tarzında ifadeler kullanması bu düşünceyi destekler niteliktedir.

#### **4.2.10. TGA Etkinliklerinin MAS, MİS ve SES'ten Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma**

Bundan sonraki kısımda Türkiye'deki ve ABD'deki örnekleme yer alan öğrencilerden anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren ve gerçekleştiremeyen öğrencilerin kavram haritaları ve TGA'daki MAS, MİS ve SES'lerde neler yapmış olduklarına vurgu yapılacaktır.

T3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritası ve TGA etkinliklerindeki MAS, MİS ve SES'deki yüzdeleri incelendiğinde, öğrencinin son kavram haritasında daha fazla oranda MAS'da ifade yazdığı görülmektedir; ancak öğrencinin kazanmış oldukları onun anlamlı öğrenmesine yeterli olamamıştır. Öğrencinin süreç içerisinde yapmış olduğu TGA etkinliklerine bakıldığı zaman T3 kodlu öğrencinin süreçte, MAS ve MİS'de verdiği cevap ifadelerini yükseltirken, SES'deki durumunda bir değişiklik olmamıştır. Öğrencinin süreçte, elde etmiş olduğu MİS'deki kazanımı çizim esnasında gösterdiği söylenebilir. Öğrencinin ön çizimlerinde hiç bir çizim yapmazken, son çizimlerinde kısmen doğru kategorisinde çizimler yaptıkları gözlenmektedir. Kısacası, öğrencinin süreçte kazanmış olduğu MİS'deki kazanımlar çizimler vasıtasıyla ortaya çıkmıştır denilebilir. Kelly ve Jones (2007), yaptığı çalışmada bilgisayar animasyonları kullanmıştır ve öğrencilerden çizim yapmalarını istemiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin yaptıkları çizimlerde materyali uygulamaya başlamadan önceki durumlarına göre bir iyileşme olduğunu rapor etmiştir. Bu bağlamda, Kelly ve Jones (2007)'un çalışmanın sonuçları, yürütülen bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

T6 kodlu öğrencinin, ön ve son kavram haritalarındaki MAS, MİS ve SES yüzdelerine bakıldığı zaman, son kavram haritasında, ön kavram haritasında göre daha fazla oranda MAS, MİS ve SES'de ifade yazdığı görülmektedir. Öğrencinin süreçteki TGA etkinliklerindeki MAS, MİS ve SES düzeylerine bakıldığında öğrencinin TGA etkinlikleri sürecinde de MAS, MİS ve SES'de artış olduğu gözlenmektedir. Anlamlı öğrenmeyi

gerçekleştiren bu öğrencinin hem kavram haritasında hem de TGA etkinliklerinde bu gösterim düzeylerinde bir artış olduğu gözlenmektedir.

A2 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında MAS, MİS ve SES’de artış gözlenirken, süreçte ise açıklama basamağında, Tahmin basamağına göre MAS, MİS ve SES oranlarında artış gözlenmektedir. A3 kodlu öğrencinin, ön ve son kavram haritalarında MAS, MİS ve SES düzeylerine bakıldığı zaman, öğrencinin ön ve son kavram haritasındaki MAS, MİS ve SES oranlarında bir değişme göstermediği görülmektedir. Bu öğrencinin, süreç içerisinde tahmin ve açıklama basamaklarında MİS ve SES’de bir gelişme göstermediği gözlenmektedir. Ön ve son kavram haritasında birbirine bağlılık değerine bakıldığı zaman, bu öğrencinin anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremediği ortaya çıkmıştır. Bu açıdan, bakıldığı zaman, öğrencinin sadece MAS’da ilerleme olduğu gözlenmektedir.

Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 ve A2 kodlu öğrencilerin hem kavram haritalarında hem de TGA etkinliklerinde açıklama basamaklarında tahmin basamaklarına oranla daha yüksek oranda MAS, MİS ve SES içeren ifadeler yazdıkları görülmektedir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren bu öğrencilerin MAS, MİS ve SES arasında geçişler yapabildiği oraya çıkmıştır. İlgili literatürde yapılan çalışmalarda da öğrencilerin moleküler seviyedeki anlamalarının önemli olduğu ve gözlemlerine moleküler seviyede linkler bağlanması gerektiği ifade edilmektedir (Nurrenberg and Pickering, 1987; Pickering 1990; Sawrey, 1990). Yapılan bazı araştırmalarda, öğrencilerin moleküler düzeydeki anlamlarının önemli olduğu ve moleküler düzeydeki bu olayların makro ve sembolik boyuttaki olaylarla ilişkilendirilmesi gerektiği rapor edilmektedir.

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular araştırmanın alt problemlerine paralel olarak tartışılmıştır. Araştırmanın birinci ve ikinci alt problemlerine yönelik tartışmalara paralel olarak; araştırma kapsamında uygulanan materyallerin süreçte öğrencilere kazandırdığı olumlu ve olumsuz durumlar tartışılmıştır. Bir sonraki bölümde tartışmalara paralel olarak araştırmadan elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

## 5. SONUÇLAR

Bu bölümde, bulguların yorumlanmasından ulaşılan sonuçlar; araştırma sorularına paralel olarak; “incelenen kavramlar ile ilgili sonuçlar”, “KİT’ten elde edilen sonuçlar”, “KH’sından elde edilen sonuçlar”, “Çizimlerden elde edilen sonuçlar” ve “TGA’dan elde edilen sonuçlar” başlıkları altında aşağıda sırası ile sunulmuştur.

### 5.1. İncelenen Kavramlar ile İlgili Sonuçlar

Bu başlık altında asit baz kavramları, asit-bazların genel özellikleri, pH ve pOH, kuvvetlilik ve konsantrasyon, titrasyon, eşdeğerlik noktası, dönüm noktası, hidroliz ve tampon çözelti kavramlarıyla ilgili sonuçlara yer verilecektir.

#### 5.1.1. Asit ve Baz Kavramları ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar

1. Her iki gruptaki (Türkiye ve ABD) öğrencilerin TGA, KİT ve KH’den elde edilen bulguları analiz edildiğinde, asit kavramını baz kavramından daha çok bildikleri sonucuna varılmıştır. KİT’teki bulgulara bakıldığı zaman Türkiye’deki örneklem grubundaki öğrencilerin, baz kavramı ile ilgili gelişmelerinin asit kavramına göre daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, her iki gruptaki öğrencilerin bu kavramlarla ilgili son KİT ve son KH’de daha az kavram yanlışlığı içeren ifadeler yazdıkları sonucuna varılmıştır.
2. Türkiye’deki ve ABD’deki bazı öğrencilerin asit ve bazlarla ilgili TGA etkinliklerinin tahmin ve tahmin sebebi aşamalarında yazdıklarına bakıldığı zaman çamaşır suyunun yakıcı, eritici özelliklerinden dolayı asit olduğunu düşündükleri sonucuna varılmıştır.
3. Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin TGA etkinliklerinde asidik ve bazik maddelerle ilgili yazmış olduklarına bakıldığı zaman, T3 kodlu öğrencinin günlük hayatta karşılaşılan asit ve bazlara T6 kodlu öğrenciden daha aşina olduğu sonucuna varılmıştır.

Öğrencilerin yazmış oldukları gerekçelere bakıldığı zaman, bu etkinlik için, T3 kodlu öğrencinin, T6 kodlu öğrenciden daha iyi gerekçe yazdığı belirlenmiştir. Buradan bazı konularda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen öğrencilerin, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerden daha iyi anlamaya sahip olduğu sonucuna varılabilir. Bu durum, öğrencilerin bilgileri parça parça tutma eğilimlerinin bir sonucu da olabilir.

4. Asit-baz tanımları ile ilgili olarak yapılan etkinlikler sonucunda, öğrencilerin Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis asit baz tanımlarını bildikleri, buna karşın bu tanımlar içerisinde onlara en kolay gelenin Arrhenius asit-baz tanımı olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, öğrencilerin göre bu üç teori içerisinde en iyisi olarak Lewis yada Bronsted-Lowry asit baz tanımı gördükleri sonucu ortaya çıkmıştır.
5. Materyal içerisinde hikâyesel analogi kullanarak hazırlanan animasyonların öğrencilerin, açıklama basamaklarında genellikle doğru ya da kısmen doğru kategorisinde verdikleri cevaplardan ve öğrencilerin hemen hemen tamamının MAS, MİS ve SES'den en az ikisini birlikte kullanmaları dikkate alındığında, kavramsal anlamalarına olumlu katkısı olduğu sonucuna varılmıştır.

### **5.1.2. Asit-Bazların Genel Özellikleri ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar**

1. Asit ve bazların genel özellikleri kapsamında tuz kavramı incelendiğinde, Türkiye'deki ve ABD'deki öğrencilerin ön KİT'te tuzların nötr olduğu kavram yanılına sahip oldukları görülmektedir. Her iki gruptaki öğrencilerin son KİT'lerine bakıldığı zaman Türkiye'deki öğrencilerin ön KİT'teki sahip oldukları kavram yanılıklarını devam ettirdikleri görülürken, ABD'li öğrencilerin son KİT'te bu yanılıyı göstermedikleri gözlenmektedir. Buradan, kavram yanılıklarının değişime dirençli olduğu sonucu çıkarılabilir. Aynı zamanda, gerekli materyaller işe koşulduğunda doğru kavramla yer değiştirebileceği sonucuna varılabilir.
2. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son KİT'te tuz ve nötrleşme anahtar kavramlarını birbirleriyle ilişkili olarak kullandıkları, nötrleşmenin asit ve bazların reaksiyonu sonucunda ortaya çıktığını bildikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca, her iki gruptaki öğrencilerin nötrleşme reaksiyonunu Arrhenius'a göre yaptıkları sonucuna varılmıştır.

3. İndikatör anahtar kavramıyla ilgili olarak ön KİT'ten çıkan sonuçlara bakıldığı zaman, her iki örneklem grubundaki öğrencilerin bu kavram ile ilgili ön bilgilerinin olduğu gözlenmektedir. Son KİT'teki durumlarına bakıldığında ise bu öğrencilerin son KİT'te ön KİT'te göre daha fazla bağlantı kurdukları görülmektedir. Verilen cevap kelimelere bakıldığı zaman ise, Türkiye'deki öğrencilerin bu kavramla ilgili daha fazla cevap kelime yazdığı gözlenmektedir. Buradan, bu kavram ile ilgili her iki grupta bir iyileşme olduğu, Türkiye'deki öğrencilerin bu kavram ilgili son bilgilerinin ABD'li öğrencilerden daha iyi oldukları söylenebilir.
4. İletkenlik kavramı ile ilgili her iki gruptaki öğrencilerin ön ve son KİT'lerine bakıldığı zaman, her iki gruptaki öğrencilerin son KİT'te ön KİT'e göre daha fazla bağlantı kurdukları görülmekteyken, Türkiye'deki öğrencilerin daha çok cevap kelime yazdıkları görülmektedir. Buradan, her iki gruptaki öğrencilerin bu kavram ile ilgili bir gelişme olduğu ve Türkiye'deki öğrencilerin son bilgilerinin daha iyi olduğu söylenebilir.
5. Elektriksel iletkenlik ile ilgili TGA etkinliğinde, her iki gruptaki öğrencilerin, kendilerine verilen çalışma kâğıdında tuzun Kç'si verilmiş olmasına rağmen, reaksiyon sonucunda oluşacak tuzun karakteriyle ilgili bir açıklamada bulunmadıkları, kendilerine verilen çalışma kâğıdındaki bilgileri dikkatli kullanmadıkları sonucuna varılmıştır.
6. Elektriksel iletkenlik ile ilgili TGA etkinliğinin tahmin aşamasında Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan bazı öğrencilerin bir kısım indikatörleri asitlerin ayırıcı, bir kısım indikatörleri ise bazların ayrıca şeklinde sınıflandırdıkları ortaya çıkmıştır.
7. Her iki gruptaki öğrencilerin asitlerin metallere etkisi ile ilgili TGA etkinliğinde, tahmin basamağında kendilerine verilen çalışma kâğıtlarında yer alan aktiflik serisini dikkate alarak tahmin yaptıkları ve bunu tahmin sebeplerinde belirttikleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerin, tahmin ve sebep kategorilerine doğru ya da kısmen doğru kategorilerinde cevap verdikleri göz önüne alındığında, verilen aktiflik serisinin öğrencilerin cevap vermelerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.
8. Asitlerin metallere etkisi etkinliğinin tahmin ve tahmin sebebi basamaklarında bazı öğrencilerin kavram yanılığına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Özellikle,

$\text{HNO}_3$ 'ün metallerle etkisi ile ilgili kısımda öğrencilerin “asitler metallerle etki edip hidrojen gazı açığa çıkarır” kavram yanılığine sahip oldukları ortaya çıkmıştır. ABD'deki örneklem grubunda yer alıp anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 kodlu öğrencinin aktiflik serisini, kuvvetlilik serisi gibi düşündüğü ortaya çıkmıştır. Yine aynı öğrencinin, tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarında reaksiyonlar sırasında açığa çıkacak/ çıkan gazı, buhar olarak tanımladığı, gözlem aşamasında asitlerin metallerle etkisini “asitler metalleri eritiyor” şeklinde ifade ederek kavram yanılığılı açıklamada bulunduğı ortaya çıkmıştır.

### 5.1.3. pH ve pOH Kavramı ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar

1. pH kavramıyla ilgili olarak her iki örneklem grubundaki öğrencilerin son KİT'lerinde ön KİT'lerine oranla daha fazla sayıda anahtar kavram ile bağlantı yaptıkları görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin bu konuyu diğer konularla daha çok ilişkilendirdiğini göstermektedir. pH kavramı ile ilgili çizimlerden elde edilen bulgulara bakıldığında zaman her iki örneklemedeki öğrencilerin ön çizimlerinde pH'ı kuvvetliliğin bir ölçüsü olarak gördükleri ortaya çıkmıştır. Buna karşın, her iki gruptaki öğrencilerin son çizimlerinde sahip oldukları bu yanılığalar azalma yönünde eğilim göstermiştir.
2. pOH kavramıyla alakalı olarak, her iki gruptaki öğrencilerin ön ve son KİT'te bu kavramı pH kavramı ile ilişkilendirdikleri, buna rağmen her iki gruptaki öğrencilerin pOH kavramını bazlarla alakalı bir kavram olarak düşündükleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca, Türkiye'deki öğrencilerin pOH kavramını ön ve son KİT'te kuvvetlilikle ilişkilendirmiş olmaları, bu öğrencilerin pOH kavramını da pH kavramı gibi kuvvetliliğin bir ölçüsü olarak gördüklerini ortaya çıkarmaktadır.
3. Her iki gruptaki öğrencilerin ön ve son KİT'teki yazdıkları cevap kelime sayılarına bakıldığında zaman pH kavramına pOH kavramından daha fazla cevap kelime yazdıkları görülmektedir. Ayrıca, her iki gruptaki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında pH kavramı ile ilgili önermelerinin pOH kavramından daha çok olduğu görülmektedir. Buradan, öğrencilerin pH kavramına pOH kavramından daha aşına oldukları sonucuna varılabilir. Öğrencilerin ön ve son

çizimlerinde de sadece pH kavramından bahsetmeleri ortaya çıkan bu sonucu destekler niteliktedir.

4. Öğrencilerin ön ve son KİT, KH'ları ve süreçte yaptıkları etkinliklerden elde edilen bulgular incelendiğinde Türkiye'deki öğrencilerin pH ve pOH kavramını nicel ve nitel olarak açıklama eğiliminde olmasına rağmen, ABD'deki öğrencilerin bu kavramları nitel olarak açıklama eğiliminde oldukları sonucuna varılmıştır. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin pH ve pOH kavramlarını birbiriyle bağlantılı kavramlar oldukları sonucuna varılmıştır.
5. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin pH ve pOH etkinliklerindeki tahmin, tahmin sebebi basamaklarına bakıldığı zaman, tahmin basamağında Türkiye'deki öğrencilerin büyükten küçüğe ya da küçükten büyüğe doğru sıralama yaparken, matematiksel işaret olan ">" ya da "<" işaretlerinden birisini kullandıkları anlaşılmaktadır. Buna rağmen, ABD'li öğrencilerin en düşüğe en yükseğe, ya da en yüksekten en düşüğe doğru sıralama yaptıkları ve bu gösterimlerini ok ile yaptıkları anlaşılmaktadır. Tahmin sebepleri aşamasında Türkiye'deki öğrencilerin sayısal işlemler yapmalarına karşın, ABD'li öğrencileri sözel olarak açıklama yaptıkları anlaşılmaktadır. Buradan, Türkiye'deki öğrencilerin sayısal ağırlıklı açıklama yapma eğilimindeyken, ABD'li öğrencilerin sözel açıklama yapma eğiliminde oldukları sonucuna varılabilir.
6. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin pH ve pOH etkinliklerindeki gözlem ve açıklama aşamalarına bakıldığı zaman, gözlem aşamasında her iki gruptaki öğrencilerin genel olarak doğru kategorisinde gözlem yaptıkları anlaşılmaktadır. Her iki örneklem grubundaki anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6, A2 ve gerçekleştiremeyen T3, A3 kodlu öğrencilerin açıklama aşamalarına bakıldığı zaman pH ve pOH etkinliğinin öğrencilerin iyi anladıkları bir etkinlik olduğu sonucuna varılmıştır.

#### **5.1.4. Kuvvetlilik ve Konsantrasyon ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar**

1. Kuvvetlilik kavramıyla ilgili kavram haritası, kelime ilişkilendirme testi, çizim mülakatları ve TGA etkinliklerinden elde edilen bulgular dikkate alındığında, her iki gruptaki öğrencilerin ön KİT'te bilimsel olmayan cevaplar vermelerine



karşın, son KİT'te daha bilimsel cevaplar verdikleri görülmektedir. Türkiye'deki öğrencilerin ön mülakat çizimlerinde kuvvetlilik ve derişim ile ilgili kavram yanlışlarına sahipken, son çizim mülakatlarında öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğru ifadeler kullandıkları görülmektedir.

2. ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön çizim mülakatlarında Türkiye'deki örneklem grubundaki öğrenciler gibi derişim ve kuvvetlilik ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları, son çizim mülakatlarındaki bulgulara bakıldığı zaman ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin çoğunluğunun bu yanlışlığı devam ettirdikleri sonucuna varılmıştır.
3. Her iki gruptaki öğrencilerin ön çizimlerin mülakatında ve ön kavram haritalarında kuvvetlilik ile pH kavramını birbirleriyle karıştırdıkları ve bu kavramlarla ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Türkiye'deki öğrencilerin son durumda bununla ilgili durumlarını düzeltmelerine karşın, ABD'li örneklem grubundaki öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını devam ettirdikleri sonucuna varılmıştır. Buradan, Türkiye'deki öğrencilerin bu kavram ile ilgili kavramsal anlamayı gerçekleştirme düzeylerinin ABD'li öğrencilere göre daha iyi olduğu sonucuna varılabilir.
4. Konsantrasyon kavramıyla ilgili KH, KİT, çizimlerle ilgili mülakat ve TGA'daki bulgular incelendiğinde, Türkiye'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin ön KİT'te kimya alanı dışında cevap kelimeler verdikleri gözlenirken, son KİT'te verdikleri cevap kelimelerin kimya alanı ve konuyla ilgili olduğu sonucuna varılmıştır. ABD'li öğrencilerin son KİT'te konsantrasyon ile kuvvetlilik kavramını karıştırdığı ortaya çıkmıştır.
5. Türkiye'deki öğrencilerin, süreçte TGA etkinliklerinde bu konuyla ilgili olarak açıklama basamağında doğru veya kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdikleri ve çizimlerin mülakatlarında da bu konuyla ilgili kısmen doğru çizimler yaptıkları sonucuna varılmıştır. Bu sonuca, materyaldeki gösterimlerin moleküler boyutta olması etken olmuş olabilir. Her iki gruptaki öğrencilerin ön kavram haritalarında konsantrasyon kavramı ile ilgili olarak herhangi bir önerme yazmadıkları görülmektedir. Buna karşın, kuvvetlilik kavramı ile ilgili ABD'li öğrencilerin ön ve son kavram haritalarında önerme yazdıkları görülmektedir.

Buradan, ABD’li öğrencilerin kuvvetlilik kavramı ile bilgilerini Türkiye’deki örneklemdeki öğrencilerden daha fazla yansıttıkları sonucuna varılabilir.

6. ABD’li öğrencilerin hidroliz, konsantrasyon ve kuvvetlilik etkinliklerinin gözlem aşamasında doğru ve kısmen doğru kategorilerinde çizim yapmalarına rağmen, bunları son çizimleri ve çizim mülakatlarında yansıtamadıkları sonucuna varılmıştır. Buradan, öğrencilerin süreç esnasında yüzeysel bir öğrenme gerçekleştirdiği söylenebilir.

#### **5.1.5. Titrasyon, Eş değerlik Noktası ve Dönüm Noktası Kavramları ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar**

1. Titrasyon kavramı ile ilgili ön ve son KİT, KH ve süreçte de TGA çalışma kâğıtlarından elde edilen bulgulara bakıldığında öğrencilerin son KİT’te daha çok kelime yazdıkları ve KİT’ten elde edilen zihin haritaları incelendiğinde daha çok bağlantı yaptıkları görülmektedir. Süreçte TGA etkinliklerine bakıldığı zaman, her iki gruptaki öğrencilerin tahmin aşamasında çoğunluk ile yanlış kategorisinde tahmin yaptıkları ve tahmin sebebini yanlış kategorisinde yazdıkları görülmektedir. Gözlem basamağında her iki gruptaki öğrencilerin çoğunlukla kısmen doğru kategorisinde ve açıklama basamağında ise yine kısmen doğru kategorisinde cevap yazdıkları görülmektedir. Buradan öğrencilerin gözlem basamaklarında verdikleri cevap doğrultusunda açıklama yazdıkları sonucuna varılabilir. Her iki gruptaki öğrencilerin bu kavram ile ilgili son durumlarının ilk durumlarından daha iyi oldukları görülmektedir. Buradan öğrencilerin yapılan eğitim sonucundan olumlu yönde etkilendikleri sonucuna varılabilir. Öğrencilerin süreç içerisinde yaptıkları açıklamalara bakıldığı zaman, ABD’li öğrencilerin tahmin aşamasında daha çok sözel olarak açıklama yapma eğiliminde olurken, Türkiye’deki öğrencilerin hem sözel hem de sayısal olarak açıklama yaptıkları görülmektedir.
2. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son KİT’lerinde eş değerlik noktası kavramını titrasyon kavramı ile ilişkilendirdikleri, buna karşın Türkiye’deki öğrencilerin son KİT’te eş değerlik kavramını nötrleşme kavramı ile ilişkilendirmeleri eş değerlik kavramını ABD’li öğrencilerden daha iyi anladıkları sonucuna varılabilir. Ön ve son KİT’ten kesme noktası kullanılarak

elde edilen zihin haritası bulgularına bakıldığı zaman, Türkiye'deki öğrencilerin ön KİT'te eş değerlik anahtar kavramını erime, aktiflik gibi konuyla alakası olmayan cevap kelimeleri verdikleri görülmektedir. Öğrencilerin son KİT'te verdikleri cevaplara bakıldığında bu öğrencilerin daha bilimsel cevap verdikleri, bunun sonucunda da bu öğrencilerin süreçte edindikleri bilgileri kısmen de olsa daha iyi yorumladıkları sonucuna varılabilir.

3. Dönüm noktası anahtar kavramı ile ilgili olarak Türkiye'deki öğrencilerin ön KİT'te bu kavramı asit, baz ve tuz anahtar kavramları ile bağlantılı gösterirken, son KİT'te asit, baz, indikatör ve titrasyon anahtar kavramı ile bağlantılı gösterdiği ve cevap kelime olarak renk değişiminin ortaya çıktığı gözlenmektedir. ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön KİT'teki kesme noktasında cevap kelime olarak  $pH < 7$  verdiği, son KİT'te ise titrasyon anahtar kavramı ile ilişkilendirdiği gözlenmektedir. Buradan, Türkiye'deki öğrencilerin dönüm noktası ile ilgili anlamalarının ABD'li öğrencilerden daha olduğu söylenebilir.
4. TGA etkinliğindeki tahmin aşamasında bakıldığı zaman, her iki grupta anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren (T6, A2) ve gerçekleştiremeyen (T3, A3) kodlu öğrencilerin çizmiş oldukları titrasyon eğrisine bakıldığı zaman, T3, A2 ve A3 kodlu öğrencilerin çizimlerinin yanlış olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşın, T6 ve A2 kodlu öğrencilerin titrasyon eğrisi ile ilgili yapılan tahmin sebeplerinde eş değerlik noktasından bahsettikleri görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin titrasyon eğrisini çizmede sorunları olmasına rağmen, eş değerlik noktasından bahsetmeleri titrasyon ile ilgili bazı bilgilere sahip oldukları şeklinde yorumlanabilir.
5. Her iki gruptaki öğrencilerin TGA etkinliğindeki açıklama basamağında yazdıklarına bakıldığı zaman, T6 ve A2 kodlu öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri arasındaki farklılığın farkında olduğu, buna karşın A3 kodlu öğrencinin farkında olmadığı, T3 kodlu öğrencinin ise kısmen farkında olduğu anlaşılmaktadır. Buradan, öğrencilerin etkili bir öğrenme gerçekleştirebilmeleri için yaptıkları tahmin ve gözlemledikleri arasında eksik ya da hatalı olan yerlerin farkında olmaları gerektiği sonucuna varılabilir.

### 5.1.6. Hidroliz Kavramı ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar

1. Her iki gruptaki öğrencilerin ön KİT'te hidroliz kavramını elektroliz kavramıyla karıştırdıkları sonucuna varılmıştır.
2. Hidroliz kavramıyla ilgili olarak her iki gruptaki öğrencilerin ön KİT'te son KİT'e göre daha çok sayıda cevap kelime yazdıkları görülmektedir. Öğrencilerin bu anahtar kavramlara verilen cevap kelimelere bakıldığı zaman bu kavramla ilgisi olmayan cevap kelimeleri de yazdığı görülmektedir. Bu durum, Ön KİT'te kesme noktası kullanılarak ortaya çıkarılan zihin haritalarına bakıldığı zamanda görülmektedir. Buradan, öğrencilerin ön KİT'te hidroliz kavramı ile ilgili doğru bilgilere sahip olmadıkları sonucuna varılabilir.
3. Hidroliz kavramıyla ilgili TGA etkinliğinin, hidroliz 1, hidroliz 2 ve hidroliz 3 kısımlarındaki tahmin 2 basamağından elde edilen bulgulara bakıldığı zaman, Türkiye'deki öğrencilerin denklem yazma konusunda ABD'li öğrencilerden daha iyi oldukları sonucuna varılmıştır.
4. Hidroliz ile ilgili TGA etkinliklerinin açıklama kısmında her iki gruptaki öğrencilerin doğru kategorisinde birbirine yakın oranlarda cevap verirken, ABD'li öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde daha yüksek oranda cevap verdikleri görülmektedir. Bu öğrencilerin son KİT, son çizim ve son KH'larına bakıldığı zaman, Türkiye'deki öğrencilerin bu etkinlikten kazandıklarını yansıttıkları görülmektedir. Bundan dolayı, ABD'li öğrencilerin etkinlikte yüzeysel öğrenme gerçekleştirdiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuç, ABD'li öğrencilerin çizimlerinden elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir.
5. Hidroliz ile ilgili TGA etkinliğinde Türkiye ve ABD'deki anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 ve A3 kodlu öğrencilerin çizim yapmalarını gerektiren tahmin aşamalarında çizim yapmayarak boş bıraktıkları, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 ve A2 kodlu öğrencilerin harfler kullanarak çizim yaptıkları görülmektedir. Bundan dolayı, tahmin aşamalarında moleküler boyutta çizim yapmalarının öğrenciler için zor bir durum olduğu sonucuna varılmıştır. Bu öğrencilerin gözlem aşamasında çizimlerle ilgili gözlemlerine bakıldığı zaman, her iki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde çizim yaptıkları gözlenmektedir. T3, T6 ve A3 kodlu öğrencilerin moleküler boyutta çizim yaparken, topçuklar kullanarak çizim yapmayı tercih ederken, A2

kodlu öğrencinin yine harflendirme kullandığı anlaşılmaktadır. Bu öğrencilerin uygulamadan sonra yapılan çizimlerine bakıldığı zaman, Türkiye'deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin daha iyi çizim yaptıkları anlaşılmaktadır. Buradan, ABD'li öğrencilerin moleküler boyutta çizim yapmada sıkıntılara sahip oldukları sonucuna varılabilir.

6. TGA etkinliğindeki tahmin basamakları 2 de öğrencilerden reaksiyon denklemlerinin yazmaları istenmiştir. Her iki örneklem grubunda yer alan öğrencilerden anlamlı ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyenlerin asit ve bazın birleşip tuz ve su oluşturduğu reaksiyonu doğru olarak yaptığı anlaşılmaktadır. Bu durum, elektriksel iletkenlik, nötrleşme etkinliklerinde kendini gösterdiği üzere, öğrencilerin asit ve bazın birleşmesi sonucunda tuz ve su oluştuğu ile ilgili bir sıkıntılarının olmadığı sonucuna varılmıştır.
7. Her iki gruptaki öğrencilerin, TGA etkinliğinde (hidroliz 2'deki tahmin 2 aşamasında) tuzun su ile birleşerek kendilerini meydana getiren asit ve baza dönüşeceğini yazdığı belirlenmiştir. Bu durum, her iki örneklem grubundaki öğrencilerin tuzun suda çözünmesi ile ilgili sıkıntılarının olduğu şeklinde yorumlanabilir.

#### **5.1.7. Tampon Çözelti Kavramı ile İlgili Elde Edilen Sonuçlar**

1. Tampon çözelti kavramıyla ilgili ön ve son KH, KİT ve TGA etkinliğinden elde edilen bulgulara bakıldığı zaman her iki örneklem grubundaki öğrencilerin tampon çözelti kavramını diğer kavramlara oranla son durumda daha çok kullandıkları ve bu kavramı daha iyi anladıkları sonucuna varılmıştır.
2. Türkiye ve ABD'deki anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6, A2 ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 ve A3 kodlu öğrencilerin TGA etkinlikleri sırasında, Türkiye'deki örneklem grubunda anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen öğrencinin tahmin basamağında, tampon çözeltinin özelliğini anlamadığı sonucuna varılmıştır. Buna karşın, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 kodlu öğrencinin tampon çözeltinin özelliğini bilmesine rağmen uygulamada problemleri olduğunu sonucuna varılmıştır. ABD'li örneklem grubunda bulunan A2 ve A3 kodlu öğrencilerin her ikisinin de doğru kategorisinde tahminler yaptıkları anlaşılmaktadır. Buradan, ABD'deki

örneklem grubunda bulunan bu öğrencilerin Türkiye’deki öğrencilerden daha iyi tahminde buldukları sonucuna varılabilir. Aynı şekilde her iki gruptaki öğrencilerin yazdıkları tahmin sebeplerine bakıldığı zaman, ABD’li öğrencilerin Türkiye’deki öğrencilerden daha iyi oldukları sonucuna varılabilir.

3. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin gözlem basamaklarına bakıldığı zaman, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren T6 ve A2 kodlu öğrencilerin doğru kategorisinde, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 ve A3 kodlu öğrencilerin kısmen doğru kategorisinde gözlemler yaptığı anlaşılmaktadır. Açıklama basamaklarında yazdıklarına bakıldığı zaman, her iki gruptaki anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerin bu aşamada tahminleri ile gözlemleri arasındaki eksikliklerin ve hataların farkında oldukları anlaşılmaktadır. Bu etkinlik sonucunda, etkili gözlem yapan öğrencilerin daha doğru açıklama yaptıkları sonucuna varılabilir.

## **5.2. Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Sonuçlar**

1. Her iki örneklem gruptaki öğrencilerin son KİT’te ön KİT’e oranla daha yüksek puanlar aldıkları görülmektedir ( Şekil 50). Aynı şekilde, ABD’li öğrencilerin hem ön hem de son KİT’te Türkiye’deki öğrencilere oranla ortalamalarının daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Buradan, ABD’li öğrencilerin kavramları ya da kelimeleri ifade etmede Türkiye’deki öğrencilerden daha iyi oldukları sonucuna varılabilir. Bu sonuç, her iki ülkedeki eğitimin yapılanması ve içeriğine bakıldığı zaman şaşırtıcı bir sonuç değildir.
2. Öğrencilerin bazı kavramlarda ön KİT’te daha fazla kelime yazdıkları görülmektedir. Öğrencilerin yazdıkları kelimelerin içeriğine bakıldığı zaman, verilen anahtar kavramla bilimsel olarak alakalı olmayan şeylerin yazdıkları görülmektedir. Buradan, öğrencilerin uygulanan etkinlikler sonrasında öğrencilerin daha bilimsel cevaplar verdikleri sonucuna varılabilir.
3. Kesme noktası kullanılarak oluşturulan zihin haritalarına bakıldığı zaman, her iki örneklem grubundaki öğrencilerin son KİT’lerdeki kesme noktalarında ön KİT’lere göre daha fazla kavram kullandıkları ve daha çok bağlantı yaptıkları görülmektedir. Buradan yola çıkarak, uygulanan etkinliklerden sonra öğrencilerin bilgilerinin daha organize oldukları söylenebilir.

4. Her iki gruptaki öğrencilerin, KİT ve KH'larından elde edilen bulgulara bakıldığında, incelenen kavramlarla ilgili örnek vermelerinin KİT'te daha fazla olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle, öğrencilerin KİT'te, KH'ya göre daha fazla sayıda örnek yazdığı ortaya çıkmıştır. Buradan hareketle, KİT'in örnek yazmak için KH'dan daha uygun olduğu sonucuna varılabilir.

### **5.3. Kavram Haritasından Elde Edilen Sonuçlar**

Bu başlık altında kavram haritasının analizininin 1. 2. ve 3. kısımlarından elde edilen sonuçlara yer verilecektir.

#### **5.3.1. Birinci Kısımdan Elde Edilen Sonuçlar**

1. Kavram haritasının 1. kısmından elde edilen bulgulara bakıldığı zaman her iki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarının çiziminde hiyerarşik olmayan kavram haritasını tercih ettikleri görülmektedir. Buradan, asit-baz kimyasının hiyerarşik olmayan bir yapıda kavram haritası çizilmesine daha müsait olduğu sonucuna varılabilir.
2. Kavram haritasının 1. kısmında, ön ve son kavram haritası çiziminde her iki öğrencilerin tamamı zincir kavram haritası çizmeyi tercih etmemişlerdir. Her iki örneklemdeki öğrencilerin, asit-baz kimyasını daha önceki yıllarda da gördüklerinden dolayı çok basit düzeyde olmadıkları sonucuna varılmıştır.

#### **5.3.2. İkinci Kısımdan Elde Edilen Sonuçlar**

1. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarından aldıkları toplam puanlara bakıldığı zaman, son kavram haritalarında aldıkların puanların ön kavram haritalarından aldıkları puanlara göre daha yüksek oldukları görülmektedir (Şekil 51). Ayrıca, ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve hem son kavram haritalarında Türkiye'deki öğrencilere göre daha yüksek puan aldıkları görülmektedir. Buradan, her iki gruptaki öğrencilerin kavramsal anlamalarında bir artış olduğu sonucuna varılabilir. ABD'deki öğrencilerin ön ve

son KİT’te de Türkiye’deki örneklem grubundaki öğrencilerden daha yüksek puan almaları, ABD’li öğrencilerin kavram boyutunda Türkiye’deki öğrencilerden daha iyi oldukları şeklinde yorumlanabilir.

2. Her iki gruptaki öğrencilerin “birbirine bağlantılılık” değerine bakıldığı zaman, Türkiye’deki örneklem grubunda yer alan T3 ve T12 kodlu öğrencilerin, ABD’deki örneklem grubundaki A3 kodlu öğrencinin puan alamadıkları anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, bu öğrencilerin anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremediği sonucuna varılmıştır.
3. Her iki gruptaki öğrencilerin ön ve son kavram haritalarındaki çapraz bağlantı sayısına bakıldığı zaman son kavram haritasında daha fazla sayıda çapraz bağlantı yaptıkları görülmektedir. Buradan, her iki gruptaki uygulamadan sonra kavramları birbirleriyle daha çok ilişkilendirdikleri sonucuna varılabilir. Buna benzer bir sonuç kesme noktası tekniği kullanılarak öğrencilerin son KİT’lerinden ortaya çıkarılan zihin haritasında da görülmektedir.
4. Her iki gruptaki öğrencilerin, son kavram haritalarındaki kavram sayıları ve önermelerin sayılarında ön kavram haritasındakilere göre bir artış olduğu gözlenmektedir. Buradan, öğrencilerin kavramları ifade etmelerinde bir iyileşme ve gelişme olduğu sonucuna varılabilir.

### **5.3.3. Üçüncü Kısımdan Elde Edilen Sonuçlar**

1. Her iki gruptaki öğrencilerin genel olarak son kavram haritasında MAS, MİS ve SES’lerindeki yüzdelerinde artış gözlenmektedir.
2. Öğrencilerin ön ve son Kavram haritalarında genel olarak MAS’daki yüzdelerinin MİS ve SES’den daha fazla oldukları ortaya çıkmıştır.

### **5.4. Çizimler ve Mülakatlardan Elde Edilen Sonuçlar**

1. Öğrencilerin ön ve son çizimleri şekilsel olarak analiz edildiğinde görülmektedir ki, Türkiye’deki öğrencilerin (Tablo 30), uygulamadan sonra yaptıkları çizimlerde, ön çizimlere göre anlama seviyelerinin daha yüksek olduğu görülmekteyken, ABD’deki örneklem grubunda bu durumun daha düşük olduğu



- görülmektedir. Türkiye'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin çizim konusunda ABD'li öğrencilerden daha yetenekli oldukları sonucuna varılmıştır.
2. Türkiye'deki örneklem grubundaki T1, T4,T5 ve T10 kodlu, ABD'deki örneklem grubundaki öğrencilerden A2 kodlu öğrencinin kendilerine sorulan küçük bir insan olmaları ve bu durumda asit çözeltisinin içerisine girdiklerinde ne olmasını bekledikleri soruya genel olarak kendilerinin zarar göreceklarini ifade eden cevaplar vermişlerdir. Buradan, öğrencilerin bazı durumlarda makro seviyede karşılaştıkları durumları mikro seviyede de olabileceğini düşündükleri sonucuna varılmıştır.
  3. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin tamamının ön ve son çizimlerinde doğru kategorisinde çizim yapmadıkları görülmektedir. Öğrencilerin doğru kategorisinde çizim yapamamaları bazı öğrencilerin moleküllerin atom büyüklüklerini dikkate almadan çizim yapmaları ya da iyonlaşmış olan moleküllerin yüklerini üzerlerine yazmamalarından kaynaklanmıştır. Öğrencilerin hiçbirinin bu duruma dikkat etmemelerinden dolayı, bu durumun onlar için zor olduğu sonucuna varılmıştır.
  4. Türkiye'deki öğrencilerden bazılarının son çizimlerinde  $H_2SO_4$  ve  $CH_3COOH$  gibi çok atomlu bileşikler mikroskobik boyutta çizerken, harflendirme yapmayı ve bu harflendirmeyi yuvarlak içine almayı tercih ettiği ortaya çıkmıştır. Buradan, öğrenciler için çok atomlu molekülleri mikroskobik düzeyde çizmenin zor bir durum olduğu sonucuna varılmıştır.
  5. Son çizimlerinde kısmen doğru kategorisinde çizim yapan öğrencilerin çizim ile ilgili etkinliklerin gözlem basamaklarında da kısmen doğru kategorisinde çizim yaptıkları görülmektedir. Buradan çizimlerle ilgili olarak, öğrencilerin gözlem basamaklarının önemli bir rol oynadığı sonucuna varılabilir.
  6. Ön ve son çizim mülakatlarında kavram yanılgıları belirlenmiştir. Ön çizim mülakatlarında her iki gruptaki öğrencilerin “bağlar”, “pH”, “derişim”, “etki” ve “aktiflik” konularında birbirine benzer yanılgılara sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Son çizim mülakatlarında ABD'li öğrencilerin büyük çoğunluğunda kuvvetlilik ve derişim ile ilgili kavram yanılgıları devam ederken Türkiye'deki öğrencilerin çoğunluğunun kuvvetlilik ve derişim ile ilgili doğru ifadeler kullandıkları görülmektedir. Buradan, ABD'li öğrencilerin TGA etkinliklerinde bu konuyla ilgili yer alan etkinlikleri doğru ya da kısmen doğru kategorilerinde

yapmalarına rağmen bu durumu son çizimlerine yansıtamadıkları sonucuna varılmıştır.

7. Çizim yönteminin çalışmada kullanılan diğer yöntemleri desteklediği sonucuna varılmıştır. Örneğin, A3 kodlu öğrencinin ön ve son kavram haritasında “asit ve bazların kuvvetlilikleri pH'nın 7'den uzaklaşmasıyla belirlenir” kavram yanlışlığının, son çizimlerin mülakatında “pH ile kuvvetliliğin aynı şeyler” şeklinde ifade edilmesiyle birbirini desteklediği anlaşılmaktadır.

### 5.5. TGA'dan Elde Edilen Sonuçlar

1. TGA'nın tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarının öğrencilerin sahip oldukları kavramları ve yanlış anlamaları ortaya çıkarılabileceği sonucuna varılmıştır.
2. TGA yönteminin öğrencilerin kavramsal anlamalarının gelişmesine yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır.
3. Kavram haritası sonuçlarına göre anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen ve TGA etkinliklerinde örnek ifadeleri verilen T3 ve A3 kodlu öğrencilerin MAS, MİS ve SES'teki ifadelerine bakıldığı zaman, T3 kodlu öğrencinin TGA etkinliklerinde MAS ve MİS'deki ifade oranlarını yükseltirken, A3 kodlu öğrencinin sadece MAS'da ilerleme sağladığı gözlenmektedir. Buradan anlamlı öğrenme gerçekleştiremeyen öğrencilerin MAS, MİS ve SES'te de başarı sağlayamadıkları sonucuna varılabilir.
4. Kavram haritası sonuçlarına göre anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren ve TGA etkinliklerinde örnek ifadeleri verilen T6 ve A2 kodlu öğrencilerin MAS, MİS ve SES'deki ifadelerine bakıldığı zaman, öğrencilerin süreç içerisinde MAS, MİS ve SES'lerinde bir artış olduğu gözlenmektedir. Anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerin, anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmeyen öğrencilerden farklı olarak her üç gösterimler seviyesindeki gösterimlerinin artması, anlamlı öğrenme için bireylere verilecek konunun her üç seviyeyi de içermesi gerektiği sonucuna varılabilir.
5. TGA öğrencilerin bilgilerini teşhis etmede, başarı seviyelerini belirlemede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

6. Ön ve son kavram haritasında “birbirine bağlantılılık” değerine göre anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 ve A3 kodlu öğrencilerin, süreçte tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarındaki yüzdelere bakıldığı zaman her iki öğrencinin de açıklama basamaklarında %10 oranında doğru yaptıkları görülmektedir. Buradan bu iki öğrencinin açıklama yeteneklerinin çok fazla olmadığı ya da öğrencilerin etkinliklerden elde edilen çok fazla kazanımlarının olmadığı sonucuna varılabilir.
7. Tüm TGA etkinliklerinin gözlem basamakları analiz edildiğinde, T3 kodlu öğrencinin A3 kodlu öğrenciye göre daha fazla oranda doğru kategorisinde gözlem yaptığı anlaşılmaktadır. TGA etkinliklerinin açıklama basamağı analiz edildiğinde ise bu iki öğrencinin birbirine benzer oranlarda doğru kategorisinde açıklama yaptıkları belirlenmiştir. Bu durum, T3 kodlu öğrencinin açıklama yeteneğinin zayıf olmasıyla açıklanabilirken, A3 kodlu öğrencinin doğru gözlem yapamaması ve bu aşamada yeni kavram yanılgıları edinmesi ile açıklanabilir.
8. TGA etkinliklerinin tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamakları analiz edildiğinde T3 ve A3 kodlu öğrencilerin süreçte öğrendiğini yansıtamadığı ya da süreçte yüzeysel bir öğrenme gerçekleştirdiği sonucuna varılabilir. Buradan, bu öğrencilerin kavram haritasında “birbirinden bağlantılılık” değerinde aldığı sonuçların birbirine destekler nitelikte olduğu söylenebilir.
9. Türkiye’deki ve ABD’deki örneklem grubunda yer alıp anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerden T5 ve T6 kodlu öğrencilerin A2 kodlu öğrenciye göre daha iyi oranda yaptığı görülmektedir. Burada, Türkiye’deki öğrencilerin daha çok şey bilmelerine karşın bunu yansıtmada sorunları oldukları sonucuna varılabilir.
10. Her iki gruptaki anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerin, açıklama basamağında, tahmin basamağına oranla daha fazla oranda doğru ve kısmen doğru kategorisinde cevap yazdığı belirlenmiştir. Bunun sebebi, öğrencilerin tahminlerinde ve tahmin sebeplerinde yapmış oldukları hataları ve eksiklikleri gözlem aşamasında fark edip ona göre açıklama yapmış olmalarından kaynaklanabilir. Buradan, her iki gruptaki anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri arasındaki hataların ve eksikliklerin farkında oldukları sonucuna varılabilir.

Bu bölümde araştırmanın sonuçları sunulmuş olup, bir sonraki bölümde araştırmanın sonuçlarına dayalı olarak yapılan öneriler verilecektir.

## **6. ÖNERİLER**

Bu çalışmanın amacı, asit-baz kimyasına yönelik hazırlanan bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini araştırmaktır. Bu çalışma sonucunda geliştirilen öneriler; “Araştırmanın sonuçlarına dayalı olarak yapılan Öneriler” ve “Araştırmacının deneyimleri ve diğer araştırmacılara Öneriler” başlıkları altında aşağıda sırası ile sunulmuştur:

### **6.1. Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler**

Bu başlık altında araştırmada ele alınan kavramlara, kelime ilişkilendirme testine, kavram haritasına, çizimlere ve çizimlerden elde edilen bulgulara yönelik sonuçlara yer verilecektir.

#### **6.1.1. Araştırmada Ele Alınan Kavramlara Yönelik Öneriler**

1. Yürütülen bu çalışmada ABD’deki örneklem grubunda bulunan öğrencilerin kavramsal boyutta Türkiye’deki öğrencilerden daha iyi oldukları görülmektedir. Türkiye’de öğretim sürecinin daha fazla kavramsal öğrenme sağlayabilecek bir boyuta taşınması bu durumu düzeltebilir.
2. Titrasyon kavramı ile ilgili Türkiye’deki öğrencilerin hem sayısal hem de sözel ifadeler kullandıkları buna karşın ABD’li öğrencilerin sadece sözel ifadeler kullandıkları ortaya çıkmıştır. Sonuçlara bakıldığı zaman Türkiye’deki öğrencilerin titrasyon kavramı ile ilgili olarak ABD’li öğrencilerden daha iyi oldukları ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı, titrasyon ile ilgili öğretim yapılırken, hem sözel hem de sayısal özelliklerin öğretilmesi daha bütüncül bir bilgi yapısının öğrencilerde oluşmasına katkı sağlayabilir.
3. Hidroliz kavramı ile ilgili olarak, yapılan etkinliklere bakıldığı zaman, öğrencilerin hem tahmin hem de tahmin sebebi basamaklarında çok zorlandıkları sonucuna varılmıştır. Tahmin aşamasında öğrencilerden istenen çizimler onlara çok zor gelmiştir. Bu zorluk öğrencilere direk olarak mikroskobik seviyede

gerçekleşen olayları sormaktan kaynaklanmış olabilir. Bu zorluğu giderebilmek için, tahmin aşamasında öğrencilere makroskobik boyutta olaylar gösterilebilirdi. Örneğin, asidik, bazik ve nötr özelliğe sahip tuzlar öğrencilere verilip bunların hangi tür tuz oldukları tahmin etmeleri sağlanabilirdi. Sonra onlara pH kâğıdı, pH metre ya da turnusol kâğıdı kullanarak tahmin yaptıkları bu tuzların hangi tuz olduğunu görmeleri sağlanabilirdi. Ya da bu deneyin video görüntüsü çekilip tahmin aşamasında kullanılabilirdi.

4. Tampon çözelti kavramı ile ilgili olarak, öğrencilere gösterilen makroskobik boyuttaki deney etkili olmuştur. Bunun gibi deneylerin öğrencilerle uygulanması önerilmektedir. Buna ilave olarak, makroskobik boyuttaki bu deneylerin üzerine öğrencilerin bilgisayar ortamında tıkladıkları zaman mikroskobik boyutta bu olayın nasıl gerçekleştiğini gösteren animasyonlar da entegre edilebilir.
5. Asit- baz tanımları ile ilgili olarak, öğrencilere hikayesel analogi kullanılarak hazırlanan animasyonların öğrencilerin kavramsal anlamalarını artırdığı ortaya çıkmıştır. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin çoğunluğunun açıklama basamağında doğru ya da kısmen doğru kategorisinde cevaplar verdiği görülmektedir. Doğru cevap veren öğrencilerin büyük çoğunluğunun MAS, MİS ve SES’de aynı anda cevap verdikleri gözlenmektedir. Bundan dolayı, hazırlanacak etkinliklerde MAS, MİS ve SES dikkate alınması önerilmektedir.

### 6.1.2. KİT’e Yönelik Öneriler

1. ABD’li öğrencilerin hem ön hem de son KİT’te Türkiye’deki öğrencilere göre daha fazla cevap kelime yazdıkları görülmektedir. Türkiye’deki öğrencilerin kavram bazında yapılan eğitime biraz daha ağırlık vermeleri önerilmektedir.
2. Bu çalışmada, öğrencilerin ön ve son KİT’teki cevap kelimeleri için frekans tablosu hazırlanmış ve bu frekans tabloları kullanılarak öğrencilerin zihin haritaları hazırlanmıştır. Hazırlanan zihin tablosu, örneklemdeki tüm öğrencileri içine alacak şekilde yapılmıştır. Öğrencilerdeki bireysel gelişim izlenmek istendiği takdirde hazırlanan bu zihin haritaları bireysel bazda hazırlanabilir. Sonra öğrencilerin kendi çıkardıkları kavram haritaları ile karşılaştırılabilir.
3. Yürütülen bu çalışmada, her iki gruptaki öğrencilerin en çok örneği KİT’te yazdıkları görülmektedir. Verilen bir kavramın gündelik hayatla ilişkisinin

araştırılmak istendiği çalışmalarda daha çok veri toplanılacağı düşünüldüğünden KİT'in kullanılması önerilmektedir.

4. Her iki gruptaki öğrencilerin ön KİT'te konuyla ilgisi olmayan cevap kelimeler yazdıkları belirlenmiştir. Bundan dolayı KİT'te açıklama yaparken, öğrencilere anahtar kavram ile alakalı cevap kelimeler yazmaları önerilebilir. Bunun ile ilgili yönerge konulabilir.

### 6.1.3. Kavram Haritasına Yönelik Öneriler

1. Hazırlanan kavram haritası rubriği öğrencilerin konuyu anlamaları ile ilgili MAS, MİS ve SES'de, şekil olarak ve ölçütler bazında oldukça zengin veri kazanılmasını sağlamıştır. Farklı konularda da buna benzer rubrik hazırlanıp uygulanabilir.
2. Rubrik hazırlanırken istenilirse öğrencilere kavram listesi verilir ve bu listeye kendi kavramlarının da eklenebileceği ifade edilebilir. Daha sonra öğrencilerin bu kavramlardan kaçını kullanıp kaçını kullanmadığına bakılabilir.
3. Kavram haritasının ikinci kısmında kullanılan ölçütlerden birisi olan "birbirine bağlantılılık" değerinin diğer veri toplama araçları ile birbirine paralel sonuçlar elde ettiği ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı, buradan elde edilen verilerin güvenilir olduğu söylenebilir. Bu değer, diğer araştırmacılar tarafından kullanılması önerilir.
4. Kavram haritaları bu çalışmada asit-baz kimyasına yönelik olarak hazırlanmıştır. İstenilirse kavram bazında da hazırlanabilir. Örneğin asit kavramı için ayrı, pH kavramı için ayrı kavram haritası hazırlanabilir.

### 6.1.4. Çizimlere ve Çizim Mülakatlarına Yönelik Öneriler

1. ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin çizim konusunda uygulama sonrasında da yeterli düzeyde olmadığı ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı, ABD'deki örneklem grubunda yer alan öğrencilerin çizim konusunda daha fazla pratik yapmaları önerilmektedir. Her iki örneklem grubundaki öğrencilerin ön ve son çizimlerinde doğru kategorisinde çizim yapamadıkları görülmektedir.

Öğrencilere mikroskobik boyuttaki algılamalarını artırmak için makroskobik boyuttaki her olayın mikroskobik boyutta nasıl gerçekleştiğinin gösterilmesi sağlanabilir.

2. Öğrencilere  $H_2SO_4$ ,  $CH_3COOH$  gibi büyük moleküllü bileşiklerin çizimleri zor geldiğinden dolayı, mikroskobik boyutta gösterimlerde bu tür bileşiklerin kullanılmaması önerilmektedir.

### 6.1.5. TGA'nın Bütününe Yönelik Öneriler

1. TGA stratejisinin basamakları dikkate alınarak, bunun yanında TGA basamaklarından önce tanımlama basamağı konularak hazırlanan bilgisayara dayalı etkinliklerin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiği sonucu ortaya çıkmıştır. Buna benzer etkinliklerin ve materyallerin diğer kimya ve fen konularında da öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmede kullanılması önerilmektedir.
2. Bazı öğrencilerin tahmin sebebi ve açıklama basamaklarında yeterli düzeyde açıklama yapamadıkları ortaya çıkmıştır. Bu tür öğrenciler için, tahmin sebebi ve açıklama basamaklarında ya da bu basamaklardan önce öğretmenin tüm sınıfı içine alan bir tartışma yapmasının sağlanabilir. Böylelikle öğrencilerin bu süreçte aktif olarak katılması ile materyalin etkiliğini daha da artırabilir.
3. Yapılan çalışmada öğrencilere etkinlikler esnasında tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklamalarını yazmaları için çalışma yaprakları verilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda, bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinde öğrencilerin çizim yapmalarını, yaptıkları açıklamaları yazmalarını sağlayacak sayfalar bilgisayar ortamında yaratılıp öğrencilerin cevapları buralara kaydedilebilir. Öğrencilerin çizimlerini yaparken e- çizim yapmalarını kolaylaştıracak başka yazılım programları bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinin içerisine yerleştirilebilir.
4. Bu çalışmada, bireylerin bilgisayar etkinlikleri esnasında, ne düşündükleri TGA kâğıtlarından belirlenmeye çalışılmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda, TGA yapraklarının analiz edilmesinin yanında öğrenciler etkinlikleri yaparlarken sınıfa video kameralar getirilip öğrencilerin sesli düşünceleri sağlanabilir ve bu konuşmaları da analiz edilebilir.



5. TGA'nın tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamakları öğrencilerin sahip olduklarını ortaya çıkarması açısından son derece elverişli bir yöntemdir. Bu nedenden dolayı, kavramsal anlamaları belirlenmesinde veya ölçülmesinde kullanılması önerilmektedir.
6. Yapılan etkinliklerde öğrencilerin anlama seviyelerine bakıldığı zaman MAS, MİS ve SES kullanarak tahmin, tahmin sebebi, gözlem ya da açıklama yapan öğrencilerin kavramsal anlamayı gerçekleştirdiği ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı, yapılacak etkinliklerde bu gösterimlerinden hepsinin ya da en az ikisinin işe koşulması önerilmektedir.
7. Bu çalışmada öğrencilerin her bir basamakta verdiği cevaplar MAS, MİS ve SES boyutunda incelenmiştir. Buradan elde edilen veriler, kavram haritasının 3. Kısmından elde edilen veriler ile örtüşmektedir. Elde edilen verilerin güvenilir olduğu ve iç geçerliğinin sağlandığı söylenebilir. Bundan dolayı, TGA'nın analizinin yapılmak istendiği durumlarda öğrencilerin her basamaktaki cevapları MAS, MİS ve SES boyutunda da incelenmesi önerilmektedir.
8. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen A3 ve T3 kodlu öğrencilerin süreç içerisinde yaptıklarına bakıldığı zaman, bu öğrencilerin süreçte de kendilerini ifade edemedikleri görülmektedir. Ayrıca, A3 kodlu öğrencinin süreç içerisinde yeni kavram yanılgılarına da sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu tür öğrencilerin tahmin sebebi ve açıklama basamaklarında öğretmen rehberliğinde tartışmalara katılmalarının sağlanması önerilmektedir.
9. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen T3 kodlu öğrencinin tahmin sebebi ve açıklama basamaklarında zorluk yaşadığı ortaya çıkmıştır. Bu ve benzeri öğrenciler için TGA etkinlikleri uygulanırken, tahmin sebebi ve açıklama basamaklarından önce sınıf tartışması ya da çiftler halinde çalışmayla öğrencilerin tartışma, düşüncelerini yansıtmaya ve kendini ifade etme becerileri geliştirilmesi önerilmektedir.
10. Anlamli öğrenmeyi gerçekleştiremeyen diğer öğrenci olan A3 kodlu öğrencinin süreç içerisinde yeni kavram yanılgıları edindiği ortaya çıkmıştır. Bu ve benzeri öğrenciler için, sınıftaki öğretmenin anında dönüt vermesi önerilmektedir. Bu tür öğrencilerin kavram yanılgılarına veya yanlış düşüncelere TGA'nın her basamağında karşılaşması muhtemel olduğu için, öğretmenlerin sınıflarında bu

tür öğrencileri çok iyi gözlemlmeleri ve bunların yanlışlarına anında müdahale etmeleri önerilmektedir.

11. Her iki grupta anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren öğrencilerin, tahmin, tahmin sebebi, gözlem ve açıklama basamaklarındaki yüzdelerine bakıldığı zaman, Türkiye'deki öğrencilerin genel olarak ABD'li öğrencilerden daha yüksek oranda cevap verdikleri görülmektedir. Ancak, KİT ve KH'dan alınan sonuçlar ABD'li öğrencilerin daha yüksek sonuçlar aldığı göstermektedir. Buradan, Türkiye'deki öğrencilerin bildiklerini ifade etmede ABD'li öğrencilerden daha zayıf oldukları sonucuna varılabilir. Bu durumu gidermek için, öğrencilerin düşüncelerini yansıtırıcı yeni etkinlikler geliştirilebilir.

## 6.2. Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Öneriler

Bu araştırmanın gelecekte ilgili alanda çalışmayı düşünen araştırmacılara örnek teşkil edeceği düşünüldüğünden, araştırmacılara bazı önerilerde bulunulmuştur:

1. Veri toplama araçlarından elde edilen sonuçlar birbirini destekler niteliktedir. Bu yüzden, birden fazla veri toplama aracının kullanılması önerilmektedir. Yalnızca, birden fazla kullanılan veri toplama araçlarının hepsi nitel ise bu durum hem zaman hem de tezdeki sayfa sayısı olarak çok fazla yer almaktadır. Bu yüzden kullanılacak veri toplama araçlarından bazılarının nicel olması önerilmektedir.
2. Bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinde, tanımlama basamaklarının olması, öğrencilerin tahmin yapmalarını güçlendirmiştir. Bu nedenle, bu basamağın bulunması olumlu bir durumdur. Bundan sonraki TGA etkinliklerinde de buna benzer uygulama yapılması önerilebilir.
3. Bu çalışmada bilgisayara dayalı TGA etkinliklerinde öğrenciler bireysel olarak çalışmışlardır. Bundan sonraki TGA çalışmalarında, öğrencilerin grup halinde, 2'şerli olabilir, çalışmaları sağlanabilir. Bu durumda, öğrencilerin arkadaşlarının öğrenmelerinden ne kadar etkilendikleri araştırılabilir.
4. Bu çalışmada öğrencilerin kavramsal anlamalarının araştırılması için uygulamadan önce ve sonra KİT, KH, çizimler, çizimler hakkında mülakatlar kullanılmıştır. Öğrencilerin süreçte kavram anlamalarını ölçmek için TGA çalışma yapıları analiz edilmiştir. Öğrencilerin kavramsal anlamalarının

derinleme incelenmesinde bu teknikler yararlı olmuştur. Bundan dolayı, bu tekniklerin kullanılması önerilmektedir.

5. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını ölçmede kullanılan KH ve TGA yaprakları MAS, MİS ve SES’de incelenmiştir. Bu tekniklerden elde edilen bilgilerin öğrencilerin kavramsal anlamaları hakkında zengin bir bilgi katmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlamalarının MAS, MİS ve SES’de incelenmek istendiği diğer çalışmalarda buna benzer yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.
6. Araştırmada, çalışma konusu belirlenirken okullara gidilip informal gözlemler yapılmıştır. Yapılan bu informal gözlemler sonucunda ise, çalışmanın konusu belirlenmiştir. Bundan dolayı, tez konusu belirlemeyi düşünen araştırmacıların okullara gidip benzer informal gözlem veya mülakatlar yaparak ihtiyaç doğrultusunda konu belirlemeleri önerilmektedir.
7. Bu araştırma, KTÜ Bilimsel Araştırma ve Proje Birimi (BAP) tarafından desteklenmektedir. Araştırmanın yürütülmesinde gerekli olan fotokopi, yazıcı vb. ihtiyaçların sağlanmasında maddî sıkıntı çekilmemiştir. Bu açıdan, benzer şekilde araştırma yapacak olan araştırmacıların, deney araç-gereçleri, bilgisayar, ses kayıt cihazı, kamera gibi teknolojik cihazların sağlanması konusunda yardımcı olunacağı düşünüldüğünden, tez çalışmalarının proje olarak sunmaları tavsiye edilmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

- Abdullah, A. ve Scaife, J., 1997. Using Interviews to Assess Children's Understanding of Science Concepts, School Science Review, 78, 285, 79-84.
- Abraham, M.R. , Grybowski, E.B., Renner, J.W. ve Marek., E.A. 1992. Understanding and Misunderstanding of Eight Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks, Journal of Research in Science Teaching,29,2,105–120.
- Akçay, H., Tüysüz, C., Feyzioğlu, B., ve Uçar, V., 2007. Bilgisayar destekli kimya öğretiminin kimya başarısı ve tutumuna etkisine bir örnek: “radyoaktivite”, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 22, 98-106.
- Akgün, Ö.E. ve Deryakulu, D., 2007. Düzeltici metin ve tahmin-gözlem-açıklama stratejilerinin öğrencilerin bilişsel çelişki düzeyleri ve kavramsal değişimleri üzerindeki etkisi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, **40** (1)17–40.
- Akkoyunlu, B. 2000. Okul öncesinde Bilgisayar Destekli Eğitim, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, 116 – 130, Eskisehir.
- Andersson, B., 1986. Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions, Science Education,70, 549–563.
- Ardac, D., ve Akaygun, S. 2004. Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change, Journal of Research in Science Teaching, 41(4), 317-337.
- Arıcı, N ve Dalkılıç, E., 2006. Animasyonların Bilgisayar Destekli Öğretime Katkısı: Bir Uygulama Örneği, Kastamonu Eğitim Dergisi, 14(2), 421- 430.
- Atasoy, B., 2004. Fen Öğrenimi ve Öğretimi, Gözden Geçirilmiş 2. Baskı, Asil Yayıncılık, Ankara.
- Ausubel, D. P. 1968. Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart ve Winston.
- Ayas, A. 1993. Study of Teachers' and Students' View of the Upper Secondary Curriculum and Students' Understanding of Introductory Chemistry Concepts in the East Black-Sea Region of Turkey. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Southampton, U.K.
- Ayas, A. ve Demirbaş, A., 1997. Turkish Secondary Students' Conception of Introductory Chemistry Concepts, Journal of Chemical Education, 74, 5, 518-521.

- Ayas, A. ve Özmen, H.,(1998) Asit -Baz Kavramlarının Güncel olaylarla Bütünleştirilme Seviyesi: Bir Örnek Olay Çalışması, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 23-25 Eylül, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Trabzon, 153-159.
- Ayas, A., 1995. Fen Bilimlerinde Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11, 149-155.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D., Turgut, M.F., 1997. Kimya Öğretimi, Öğretmen Eğitimi Dizisi, YÖK/DB Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Yayınları, Bilkent – Ankara.
- Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Cerrah, L., Karamustafaoğlu, O., 2001. Fen Bilimlerinde Öğrencilerdeki Kavram Anlama Seviyelerini ve Yanılgılarını Belirleme Yöntemleri Üzerine Bir İnceleme, X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Bolu.
- Bahar, M. ve Özatlı, N.S., 2003. Kelime İlişkilendirme Yöntemi ile Lise 1. sınıf Öğrencilerinin Canlıların Temel Bileşenleri Konusundaki Bilişsel Yapılarının Araştırılması, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(1),75-85.
- Bahar, M. ve Tongaç, E. 2009. The effect of teaching approaches on the pattern of pupils' cognitive structure: some evidence from the field, The Asia Pacific Education Researcher, 18 (1),21-45.
- Bahar, M., Johnstone, A.H. and Sutcliffe, R.G. 1999. Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests, Journal of Biological Education, 3, 134-141.
- Baird, J.R. and Mitchell, I.J. 1986, Improving The Quality of Teaching Learning: An Australian Case Study- The Peel Project, Melbourne.
- Baki, A. ve Öztekin, B., 2001. Bilgisayar Donanımlı Ortamda Fonksiyon ve Grafiklerin Öğretimi, Matematik Etkinlikleri Sempozyumu, Ankara.
- Bassef, M. 1999. Case study research in educational settings. Buckingham: Open University.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., ve Silberstein, J. 1986. Is an Atom of Copper Malleable?, Journal of Chemical Education, 63(1), 64–66.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., ve Silberstein, J. 1987. Students' visualization of a chemical reaction, Education in Chemistry, 24, 117–120.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., ve Silberstein, J. 1988. Theories, principles and laws, Education in Chemistry,25, 89–92.
- Betz M ., 2000. Curriculum instruction and the internet, Educational Technology and Society, 3(2), 1-12.

- Bilgin, İ., Geban, Ö. 2001. Benzeşim (Analoji) yöntemini kullanarak Lise-2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 7-8 Eylül, İstanbul. Bildiriler Kitabı, s 372-377.
- Boddy, N., Watson, K. ve Aubusson, P., 2003. A Trial of the Five Es: A Referent Model for Constructivist Teaching and Learning, Research in Science Education, 33, 27-42.
- Bodner, G.M. 1986. Constructivism: A Theory of Knowledge, Journal of Chemical Education, 63(10), 873-878.
- Bodner, G.M., 1990. Why Good Teaching Fails and Hard-Working Students Do Not Always Succeed, Spectrum, 28, 1, 27-32.
- Bogdan, R. C. ve Biklen, S. K. 1998. Qualitative research in education: An introduction to theory and methods (3rd ed.). Needham Heights, MA: Allyn ve Bacon.
- Boz, Y. 2009. Turkish Prospective Chemistry Teachers' Alternative Conceptions about Acids and Bases, School Science and Mathematics Journal. 104 (9), 212-222.
- Bradley, J.D. ve Mosimege, M.D., 1998. Misconceptions in Acids and Bases: A Comparative Study of Student Teachers With different Chemistry Backgrounds, South African Journal of Chemistry, 51(3): 137-150.
- Burke, K.A., Greenbowe, T.J ve Windschitl, M.A. 1998. Developing and Using Conceptual Computer Animations for Chemistry Instruction, Journal of Chemical Education, 75 (12), 1658.
- Büyükkasap, E., Düzgün, B., Ertuğrul, M. Ve Samancı, O., 1998. Bilgisayar Destekli Fen Öğretiminin Kavram Yanlışları Üzerine Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 6, 59- 66.
- Camnalbur, M. ve Erdoğan, Y. (2008). A Meta Analysis on the Effectiveness of Computer-Assisted Instruction: Turkey Sample. Educational Sciences: Theory ve Practice, 8 (2), 497-505.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S., Geban, Ö., 2004. “Kimyada Bazı Yaygın Yanlış Kavramalar/Some Common Misconceptions in Chemistry”, GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt:24, sayı:1, 135-146.
- Champagne, A. B., Klopfer, L. ve Anderson, J., 1980. Factors influencing the learning of classical mechanics. American Journal of Physics, 48(12), 1074-1079.
- Cheng, M., ve, Gilbert, J. K. 2009. Towards a better Utilization of Diagrams in Research into the use of representative levels in chemical education. In J.K.Gilbert ve D.F.Treagust (Eds.), Multiple representations in chemical education: Springer. pp.55-73.

- Cohen ve Manion., 1997. Research Metods in the Education, fourht Edition, London and New York.
- Cohen, L., Manion, L. and Morrison, 2000. Research Methods in Education (5th ed.). London: Routledge Falmer.
- Coleman, W. F., ve Fedosky, E. W. (2006). A new java animation in peer-reviewed "jce" webware. *Journal of Chemical Education*, 83(1), 173-174.
- Coştu, B., 2006. Kavramsal Değişimin Gerçekleşme Düzeyinin Belirlenmesi: "Buharlaşıma, Yoğunlaşma ve Kaynama", Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Cros, D., Chastrette, M., ve Fayol, M. 1988. Conceptions of second year university students of some fundamental notions in Chemistry, *International Journal of Science Education*, 10, 331-336.
- Cros, D., Maurin, M., Amouroux, R., Chastrette, M., Leber, J., ve Fayol, M. 1986. Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases, *European Journal of science education*, 8, 305-313.
- Çakir, O. S., Uzuntiryaki, E., ve Geban, O. 2002. Contribution of conceptual change texts and concept mapping to students' understanding of acids and bases. Paper presented at the annual meeting of the national association for research in science teaching, New Orleans, LA.
- Çalık, M., 2006. Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Göre Lise 1 Çözeltiler Konusunda Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çalık, M., ve Ayas,A.P., 2005. A Comparison of Level of Understanding of Eight-Grade Students and Science Student Teachers Related to Selected Chemistry Concepts, *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 6, 638-667.
- Çepni S., 2007. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, üç Yol Kültür Merkezi, Trabzon.
- Çepni, S., 1993. New Secondary Science Teachers' Development in Turkey: Implication for the Academy of New Teachers Programme, Doktora Tezi, Southampton Üniversitesi, İngiltere.
- Çökelez, A. 2010. A Comparative Study of French and Turkish Students' Ideas on Acid-Base Reactions, *Journal of Chemical Education*, 87(1), 102-106.
- Dagher, Z. R., 1994, Does the Use of Analogies Contribute to Conceptual Change?, *Science Education*, 78(6), 601-614.
- Dagher, Z.R., 1995, Review of Studies on the Effectiveness of Instructional Analogies in Science Education, *Science Education*, 79(3), 295-312.

- Daşdemir, İ., Doymuş, K., Şimşek, Ü., ve Karaçöp, A. 2008. The Effects of Animation Technique on Teaching of Acids and Bases Topics, Journal of Turkish Science Education,5(2), 60-69.
- Davidowitz, B., ve Chittleborough, G. D. 2009. Linking the sub-micro and symbolic levels - Diagrams. In J.K.Gilbert ve D.F.Treagust (Eds.), *Multiple representations in chemical education*: Springer. pp.169-191.
- Demerouti, M., Kousathana, M. and Tsaparlis, G. 2004. Acid-base equilibria, Part I. Upper secondary students' misconceptions and difficulties, The Chemical Educator, 9, 122-131.
- Demirci, N., 2003. Bilgisayarla Etkili Öğretme Stratejileri ve Fizik Öğretimi, Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Demircioğlu G, Ayas A and Demircioğlu H., 2005. Conceptual Change Achieved Through A New Teaching Program on Acids and Bases, Chemical Education Research and Practice, 6(1), 36-51.
- Demircioğlu G., Özmen, H. ve Ayas, A., 2001. Kimya Öğretmen Adaylarının Asitler ve Bazlarla ilgili Yanlış Anlamalarının Belirlenmesi, Yeni Bin yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 7-8 Eylül, T.C. Maltepe Üniversitesi Bildiriler Kitabı, 451-457, İstanbul.
- Demircioğlu,G., 2003. "Lise II Asitler ve Bazlar Ünitesi İle İlgili Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması", Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demirel, Ö., 1998. Eğitimde program Geliştirme, Pegem A Yayıncılık, İstanbul.
- Dori, Y .J., ve Barak, M. 2001. Virtual and physical molecular modeling: Fostering model perception and spatial understanding. Educational Technology ve Society, 4(1), 61-74.
- Driver, R., 1981. Pupils' Alternative frameworks in Science, European Journal of Science Education, 3(1), 93-101.
- Driver, R., 1983. *The Pupil As Scientist?*, Open University Press, London.
- Driver, R., ve Bell, B. 1986. Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. School Science Review, 67, 443-456.
- Driver, R. ve Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. Studies in Science Education, 5, 61-84.
- Driver, R., ve Scott, P. 1996. Curriculum development as research: A constructivist approach to science curriculum development and teaching. In D. F. Treagust, R.



- Duit, ve B. J. Fraser (Eds.), *Improving teaching and learning in Science and mathematics* (pp. 94–108). New York and London: Teachers College Press.
- Duit, R., 1991. On The Role of Analogies and Metaphors in Learning Science, Science Education, 30, 1241-1257.
- Ebenezer, J. V., ve Haggerty, S. M. 1999. *Becoming a Secondary School Science Teacher*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Ekiz, D., 2003. *Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metodlarına Giriş*, Alkim Yayınları, Ankara.
- Ericson, F., 1986. Qualitative methods in research on teaching. In M.C Whittrock (Ed), *Handbook of Research on Teaching*, New York: Macmillan.
- Gabel, D. 1998. The complexity of chemistry and implications for teaching. In B. J. Fraser ve K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (Vol. 1, pp. 233–248). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gabel, D. 1999. Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. Journal of Chemical Education, 76(4), 548–554.
- Gabel, D., ve Sherwood, R. 1980. The effect of student manipulation of molecular models on chemistry achievement according to Piagetian level, Journal of Research in Science Teaching, 17, 75-81.
- Garnett, P. J. ve Treagust, D. F. (1990). Implications of research of students' understanding of electrochemistry for improving science curricula and classroom practice. International Journal of Science Education, 12(12), 147-156.
- Garnett, P.L. ve Treagust D. F. 1992. Conceptual difficulties by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. Journal of Research in Science Teaching, 29(2),121-142.
- Geban, Ö., Ertepinar, H., Topal, T., Önal, A.M., 1998. Asit-Baz Konusu ve Benzeşme Yöntemi. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 23-25 Eylül, Bildiriler Kitabı.s.176-178. KTÜ, Trabzon.
- Gilbert, J. K., ve Treagust, D. 2009. Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In J. K. Gilbert ve D. Treagust (Eds.), *Multiple representations in chemical education* (pp. 1–8). the Netherlands: Springer.
- Gilbert, J.K. ve Watts, D.M. 1983. Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education, Studies in Science Education, 10, 61-98.

- Gilbert, J.K., Osborne R.J. ve Pensham, P.J. 1982. Children's Science and Its Cosequences For Teaching, Science Education, 66, 623-633.
- Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: A Teaching-with-Analogies Model. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 219-240). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Golberg, F. ve Bendal, S., 1996. Computer video-based tasks for assessing, understanding and facilitating learning in geometrical optic. In D.F Treagust, R. Duit, and B.J. Fraser (Eds), *Improving teaching and learning in science and mathematics* (pp. 54-64). New York and London: Teachers College Press.
- Griffiths A.K. ve Preston, K.R. 1992. Grade-12 Students' Misconceptions Relating To Fundamental Characteristics of atoms and Molecules, Journal of Research in Science Teaching, 29(6), 611-628.
- Gunstone, Champagne ve Klopfer, 1981. Instruction for Understanding: A Case study. The Australian Science Teacher Journal, 27(3), 27-32.
- Gunstone, R. F. 1995. Constructivist learning and the teaching of science. In B. Hand, ve V. Prain (Eds.), *Teaching and learning in science. The constructivist classroom* (pp. 3-20). Sydney: Harcourt Brace.
- Gussarsky, E. ve Gorodetsky, M., 1990. On The Concept 'Chemical Equilibrium': The Associative Framework, Journal of Research in Science Teaching, 27, 197-204.
- Hagen, B. J. (2002, March). Lights, camera, interaction: Presentation programs and the interactive visual experience. Paper presented at the Society for Information Technology and Teacher Education International Conference, Nashville, TN.
- Hameed, H., Hackling, M. W., ve Garnett, P. J. 1993. Facilitating conceptual change in chemical equilibrium using a CAI strategy, International Journal of Science Education, 15(2), 221-230.
- Hand B., 1989. Student understanding of acids and bases: a two year study, Research in Science Education, 19, 133-144.
- Hand, B. and Treagust, D. F., 1991. Student Achievement and Science Curriculum Development Using A Constructivist Framework, School Science and Mathematics, 91, 4 172 – 176.
- Hand, B. and Treagust, D. F., 1998. Application of a conceptual conflict teaching strategy to enhance student learning of acids and bases, Research in Science education, 18, 53-63.
- Handal, G.A., Leiner, M.A., González, C. ve Rogel, E. 1999. Animation and storytelling as means to enhance and stimulate the learning of Chemistry in the lassroom environment. In B. Collis ve R. Oliver (Eds.), *Proceedings of World Conference*

*on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications* 1999 (p. 1656). Chesapeake, VA: AACE.

- Hein, G.E., 1991. Constructivist Learning Theory: The Museum and The Needs of People, Paper presented at International Committee of Museum Educators (CECA) Conference, Jerusalem, Israel.
- Herron, J. D., 1996. *The Chemistry classroom: Formulas for succesful teaching*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Huddle, P.A. ve Pillay, A.E., 1996. An In-Depth Study of Misconceptions in Stoichiometry and Chemical Equilibrium at South African University, Journal of Research in Science Teaching, 33, 65-77.
- Hutchison, C. B., ve Padgett, B. L. 2007. How to create and use Analogies effectively in teaching of Science Concepts, Science Activities, 44(2), 69-72.
- Johnson, R. B., ve Christensen, L. B. 2004. *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Johnstone, A. H. 1982. Macro- and micro-chemistry, School Science Review, 64, 377–379.
- Johnstone, A. H. 1991. Why is science difficult to learn? Things are seldom like they seem. Journal of Computer Assisted Learning, 7, 75–83.
- Johnstone, A. H. 1993. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand, Journal of Chemical Education, 70(9), 701–705.
- Johnstone, A. H. 2000. Teaching of chemistry: Logical or psychological?, Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 1(1), 9–15.
- Kaya, O. N. 2003. Fen Eğitiminde Kavram Haritaları, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13, 70-79.
- Kaya, O. N. ve Ebenezer, J. (2003, March). A Longitudinal Study of the Effects of Concept Mapping and Vee Diagramming on Senior University Students' Achievement, Attitudes and Perceptions in the Science Laboratory. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Philadelphia, PA.
- Kaya, O.N., 2008. A Student-centred Approach: Assessing the Changes in Prospective Science Teachers' Conceptual Understanding by Concept Mapping in a General Chemistry Laboratory. Research in Science Education. 38, 91-110.
- Kearney, M. ve Treagust, D.F. (2000, April). An investigation of the classroom use of prediction-observation-explanation computer tasks designed to elicit and promote discussion of students' conceptions of force and motion. Paper

presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. New Orleans, USA.

- Kearney, M., 2002. Classroom use of multimedia-supported Predict-Observe-Explain Tasks to Elicit and promote Discussion about Students' Physics Concepts, Doktora tezi, Curtin University of Technology, Australia.
- Kearney, M., 2004. Classroom Use of Multimedia-Supported Predict–Observe–Explain Tasks in a Social Constructivist Learning Environment, Research in Science Education, 34: 427–453.
- Kearney, M., Treagust, D., Shelley Y and Zadnik M., 2001. Student and Teacher Perception of the Use of Multimedia Supported Predict- Observe- Explain Task to Probe Understanding, Research in Science Teaching, 31, 539- 615.
- Kelly R, Phelps A, Sanger M., 2004. The effects of a computer animation on students' conceptual understanding of a can crushing demonstration at the macroscopic, microscopic, and symbolic levels, Chem Educator, 9(3):184–189.
- Kelly, R., ve Jones, L. L. 2007. Exploring How Different Features Of Animations Of Sodium Chloride Dissolution Affect Students' Explanations, Journal of Science Education and Technology, 16, 413-429.
- Kempa, R.F. and Nicholls, C.E. 1983. Problem solving ability and cognitive structure an explanatory investigation, European Journal of Science Education, 5, 171-184.
- Keser, Ö.F., 2003. Fizik Eğitime Yönelik Bütünleştirici Bir Öğrenme Ortamı Tasarımı ve Uygulaması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kousathana M., Demerouti M. and Tsaparlis G., 2005. Instructional misconceptions in acid base equilibria: an analysis from a history and philosophy of science perspective, Science and Education, 14, 173-193.
- Kozma, R. B., ve Russell, J. 1997. Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena, Journal of Research in Science Teaching, 34(9), 949–968.
- Köse, S., Coştu, B ve Keser Ö F., 2003. Fen konularındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi: TGA Yöntemi ve Örnek Etkinlikler, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13(1), 43- 53.
- Köseoğlu, F., Tümay, H., ve Kavak, N., 2002. Yapılandırmacı Öğrenme Teorisine Dayanan Etkili Bir Öğretim Yöntemi-Tahmin Et- Gözle- Açıkla- “ Buz ile Su Kaynatılabilir mi?”, ODTÜ, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16- 18 Eylül, Bildiriler, Cilt I, S. 638- 645, Ankara.
- Kulik, J. A., Bangert, R. L., ve Williams, G. W. 1983. Effects of computer-based teaching on secondary school students, Journal of Educational Psychology, 75, 19-26.

- Kumar, D. D. 1991. Hypermedia: A tool for STS education? Bulletin of Science Technology ve Society, 11, 331-332.
- Large, A., 1996. Computer Animation in an Instructional Environment. Library and Informative Science Research, 18, 1, 3-23.
- Liew, C W ve Treagust, D F., (1998). The Effectiveness of Predict- Observe-Explain Tasks in Diagnosing Students' Understanding of Science and in Identifying Their Levels of Achievement, Annual Meeting of the Ameican Educational Research Association, 13-17 April, p. 22, San Diago.
- Liew, C. W., 1995. A Predict-Observe-Explain Teaching Sequence for learning About Students' Understanding of Heat, Australian Science Teachers Journal, 41(1), 68- 72.
- Lincoln, Y. S., ve Guba, E. G. 1985. Naturalistic inquiry. Beverly Hills, CA: Sage Ericson.
- Lowe, J 2002. Computer- based education: Is it a Panacea?, Journal of Research on Technology in Education, 34(2), 163-171
- M.E.B, 2008. Orta öğretim Kimya Programı.
- M.E.B, 2011. Orta öğretim Kimya Programı.
- M.E.B,1992. Lise Kimya Müfredat Programı, 2455 ve 2470 Sayılı Tebliğler Dergisi.
- M.E.B., 2004. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ortaöğretimde Yeniden Yapılandırma Sempozyumu, Ankara.
- Marcano, A. V., Williamson, V. M., Ashkenazi, G., Tasker, R., ve Williamson, K. C. 2004. The use of video demonstrations and particulate animation in general chemistry, Journal of Science Education and Technology, 13(3), 315-323.
- Maskill, R. ve Cachapuz, A.F.C. 1989. Learning about The Chemistry Topic of Equilibrium: The Use of Word Association Tests to Detect Developing Conceptualizations, International Journal of Science education, 11(1), 57-69.
- Maxwell, J. A. 1992. Understanding and validity in qualitative research, Harvard Educational Review, 62(3), 279-300.
- Maxwell, J. A. 1996. Qualitative Research Design. Newbury Park, CA: Sage.
- McDermott, L.C., 1990. Research and Computer-based Instruction: Opportunity for Interaction, American Journal of Physics, 58, 5, 452-462.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Michel, E., Roebbers, C. M., ve Schneider, W. 2007. Educational films in the classroom: Increasing the benefit, Learning and Instruction, 17, 172-183.
- Miles, M. B., ve Huberman, A. M. 1994. *Qualitative data analysis: A sourcebook of new methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J., ve Novak, J., (Eds.). 1997. Teaching Science for Understanding-A Human Constructivist View. USA: Academic Press.
- Monaghan, J. ve Celement, J., 1999. Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts, International Journal of Science Education, 21(9), 921– 944.
- Moreira, M.A., ve Santos, C.A 1981. The influence of content organization on Student's Cognitive Structure in thermodynamics, Journal of Research in Science Teaching, 18(6), 525-531.
- Morgil I, Yavuz S, Özyalçın O and Arda S., 2005. Traditional and Computer Assisted Learning in Teaching Acids and Bases, Chemical Education Research and Practice, 6(1), 52-63.
- Morgil, İ., Yılmaz, A. ve Yavuz, S., 2002. Öğrencilerin Kimya kavramlarını Temel Kimya Ders Kitaplarından Öğrenme ve Anlama Düzeyleri, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde Sunulmuş Bildiri, Eylül, Ankara.
- Morgil, İ., Yılmaz, A., Şen, O ve Yavuz, S., 2002. Öğrencilerin Asit-Baz Konusunda Kavram Yanılgıları ve Farklı Madde Türlerinin Kavram Yanılgılarını Saptama Amacıyla Kullanımı, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi kongresi, 16- 18 Eylül, 785- 791, ODTÜ, Ankara.
- Nakhleh, M. B. 1990. A study of students' thought process and understanding of acid/base concepts during the performance of instrumental-based titrations. Doktora tezi, University of Maryland, Maryland.
- Nakhleh, M. B. 1994. Chemical education research in the laboratory environment – how can research uncover what students are learning?, Journal of Chemical Education, 71(3), 201–205.
- Nakhleh, M.B. 1992. Why Some Students Don't Learn Chemistry, Journal of Chemical Education, 69, 3, 191-196.
- Nakhleh, M. B., ve Krajcik, J. S. 1994. 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(10), 1077–1096.
- Nakiboğlu, C., 2008. Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure, *Chemistry Education and Practice*, 9, 309-322.

- Nazlı, A. 2003. Kimya Laboratuvar deneyleri, Zambak yayınları, İstanbul.
- Nercessian, N. 1992. How Do Scientists Think? Capturing the Dynamics of Conceptual Change in Science. In R. Giere (eds) Cognitive Models of Science, pp.3-44. Minnesota Studies in the philosophy of science, Vol. XV. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Novak, J. D. 1977. A theory of education. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Novak, J. D. 1993. How do we learn our lesson?. The Science Teacher, 60, s. 50-55.
- Novak, J. D., ve Gowin, D. B., 1984. Learning how to learn. New York, NY: Cambridge University Press.
- Novak, J.D. 2001. The theory underlying concept maps and how to construct them. URL: <http://cmap.coginst.uwf.edu/info/>
- Nurrenbern, S.C. ve Pickering, M., 1987. Concept Learning versus Problem Solving: Is There a Difference?, Journal of Chemical Education, 64, 6, 508-510.
- Odabası, F., 1998. Bilgisayar Destekli Eğitim: Çağdas Eğitimde Yeni Teknolojiler. Açıköğretim Fakültesi Yayınları, Eskisehir.
- Orgill, M. ve Bodner, G., 2004. What Research Tells Us About Using Analogies To Teach Chemistry, Chemistry Education: Research and Practice, 5, 1, 15-32.
- Osborne R.J. and Cosgrove M.M., 1983. Children's conceptions of the changes of states of water, Journal of Research in Science Teaching, 20, 825-838.
- Osborne, R. ve Gilbert, J., 1980, A Method For The Investigation of Concept Understanding in Science, European Journal of Science Education, 2(3), 311-321.
- Osborne, R.J. ve Wittrock, M.C., 1983. Learning Science: A Generative Process, Science Education, 67, 4, 489-508.
- Özatlı, N. S., 2006. Öğrencilerin Biyoloji Dersinde Zor Olarak Algıladıkları Konuların Tespiti ve Boşaltım Sistemi Konusundaki Bilişsel Yapılarının Yeni Tekniklerle Ortaya Konması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Özbay, Y. 2008. Eğitim Psikolojisi, Pegem A yayıncılık. Ankara.
- Özden, M. 2009. Primary Student Teachers' Ideas Of Atoms And Molecules: Using Drawings As A Research Method, Education, 129 (4), 635-642.
- Özmen H., Demircioğlu, G ve Ayas, A., 2001. Bazı Kimya Kavramlarıyla İlgili Öğrenci Yanıtları: Bir Literatür Taraması, Yeni Bin yılın Başında Türkiye’de Fen

Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 7-8 Eylül, T.C. Maltepe Üniversitesi Bildiriler Kitabı, 414- 420 İstanbul.

- Özmen, H ve Demircioğlu, G., 2003. Asitler ve Bazlar Konusundaki Öğrenci Yanlış Anlamalarının Giderilmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi, Milli Eğitim Dergisi, 159, 111- 119.
- Özmen, H., 2004. Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3 (1),14.
- Özmen, H., Demircioğlu, G. ve Coll, R. K, 2009. A comparative Study of the effects of a concept mapping enhanced laboratory experience on Turkish high school students' understanding of acid- base chemistry. International Journal of Science and mathematics education, 7, 1-24.
- Patton, M. Q. 2002. Qualitative evaluation and research methods (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Pekdağ, B. 2010. Kimya Öğreniminde Alternatif Yollar: Animasyon, Simülasyon, Video ve Multimedya ile Öğrenme, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 7(2), 79-109.
- Pınarbaşı T., 2007. Turkish Undergraduate Student's Misconceptions on Acids and Bases, Journal of Baltic Science Education, 6(1), 23-34.
- Piaget, J. (1973). Memory and intelligence: New York: BasicBooks.
- Pickering, M., 1990. Further studies on concept learning versus problem solving, Journal of Chemical Education, 67(3):254–255
- Piquette, J. S., ve Heikkinnen H. W. 2005. Strategies reported used by instructors to address student alternative conceptions in chemical equilibrium, Journal of Research in Science Teaching, 42(10), 1112–1134.
- Rahayu, S., Chandrasegaran, A. L., Treagust D., Kita, M., ve Ibnu, S. 2011. Understanding Acid–Base Concepts: Evaluating The Efficacy Of A Senior High School Student-Centred Instructional Program In Indonesia, International Journal of Science and Mathematics Education, 9(6), 1439-1458.
- Ross,B.,and Munby, H., 1991. Concept Mapping and Misconceptions:A Study of High-School Students' Understandings of Acids and Bases, International journal of Science Education,13(1), 11-23.
- Ruiz-Primo, M. A. ve Shavelson, R. J. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment, Journal of Research in Science Teaching, 33(6), 569-600.



- Russell, D. W., Lucas, K. B., ve McRobbie, C. J. (2003). The role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in kinematics, Research in Science Education, 33(2), 217-243.
- Russell, D. W., Lucas, K. B., ve McRobbie, C. J. (2004). Role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in thermal physics, Journal of Research in Science Teaching, 41(2), 165-185.
- Russell, D., Lucas, K., ve McRobbie, C. (1999). "Microprocessor Based Laboratory Activities as Catalysts For Student Construction of Understanding in Physics". The Annual Meeting of The Australian Association For Research in Education, Melbourne, Australia.
- Sanger, M. J., Campbell, E., Fekler, J., ve Spencer, C. (2007). Concept learning versus problem solving: Does particle motion have an effect? Journal of Chemical Education, 84(5), 875.
- Sanger, M. J., Phelps, A. J., ve Fienhold, J. 2000. Using a computer animation to improve students' conceptual understanding of a can-crushing demonstration, Journal of Chemical Education, 77(11), 1517-1520.
- Sanger, M.J., ve Greenbowe, T.J. 2000. Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. International Journal of Science Education. 22(5), 521-537.
- Sarantopoulos, P., ve Tsaparlis, G. 2004. Analogies in chemistry teaching as a means of attainment of cognitive and affective objectives: a longitudinal study in a naturalistic setting, using analogies with a strong social content. Chemistry Education: Research and Practice, 5(1), 33-50.
- Sawrey, B., 1990. Concept learning versus problem solving: revisited. Journal of Chemical Education, 67(3):253-254
- Schmidt H-J., 1995. Applying the concept of conjugation to the Brønsted theory of acid-base reactions by senior high school students from Germany, International Journal of Science Education, 17, 733-741.
- Schmidt, H. J., 1997. Students' Misconceptions- Looking for a Pattern, Science Education, 81, 123-135.
- Schmidt, H.J. 1991. A label as a hidden persuader: chemists' neutralization concept, International Journal of Science Education, 13, 459-47.
- Searle, P ve Gunstone, R 1990. conceptual change and physics Instruction: A longitudinal Study; paper presented at the annual Meeting of the american Educational research assosication, Boston, MA, April 16-20).

- Searle, P. 1995. Teaching the senior physics topic of force and motion using conceptual change approaches. In B. Hand, ve V. Prain (Eds.), Teaching and learning in science. The constructivist classroom (pp. 170–192). Sydney: Harcourt Brace.
- Shapiro, M. A. (1985, May). Analogies, visualization and mental processing of science stories. Paper presented to the Information Systems Division of the International Communication Association.
- Shavelson, R. J., 1972. Some aspects of the relationship between content structure and cognitive structure, Journal of educational psychology, 63, 225.
- Sheppard K., 1997. A qualitative study of high school students' pre and post instructional conceptions in acid-base chemistry, Ed. D. Thesis, Teachers College, Columbia University, New York.
- Sheppard, K., 2006. High School Students' Understanding of Titrations and Related Acid-Base Phenomena, Chemistry Education Research and Practice, 7(1), 32-45.
- Smith, K., Edionwe, E. ve Michel, B., 2010. Conductimetric titrations: A predict-Observe-Explain activity for general chemistry. Journal of Chemical Education, 87(11), 1217-1221.
- Smith K.J. ve Metz P.A., 1996. Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations, Journal of Chemical Education, 73, 233-235.
- Spiro, R. J, Feltovich, P. J, Coulson, R. L, ve Anderson, D., 1989. Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy induced misconception in advanced knowledge acquisition. In S.Vosniadou ve A. Ortony (edits). Similarity and analogical reasoning (pp. 498-531). Cambridge: Cambridge University Press.*
- Stake, R. E., 1995. *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Stavy, R., 1991. Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. Journal of Research in Science Teaching. 28(4), 305-313.
- Stephens, D., Bull, J. ve Wade, W. 1998. Computer-assisted assessment: Suggested guidelines for an institutional strategy, Assessment and Evaluation in Higher Education, 23(3):283
- Stieff, M., ve Wilensky, U. (2003). Connected chemistry - incorporating interactive simulations into the chemistry classroom. Journal of Science Education and Technology, 12(3), 285-302.
- Şahin, Ç., 2010. İlköğretim 8. Sınıf “Kuvvet ve Hareket” Ünitesinde “Zenginleştirilmiş 5E Modeli”ne Göre rehber Materyaller Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Talanquer, V.2011. Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”, International Journal of Science Education, 33(2), 179–195.
- Tamer, İ P., 2006. Affect of conceptual change Text Accompanied with Analogy on promoting Conceptual Change in Acids and Bases Concepts, Doktora Tezi, ODTÜ, Ankara.
- Tao, P. K., ve Gunstone, R., 1999a. Conceptual change in science through collaborative learning at the computer. International Journal of Science Education, 21(1), 39–57.
- Tao, P. K., ve Gunstone, R., 1999b. The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. Journal of Research in Science Teaching, 36(7), 859–882.
- Tatlı, Z., 2011. Ortaöğretim 9. Sınıf Kimyasal Değişimler Ünitesine Yönelik Sanal Kimya Laboratuvarı Deneylerinin Geliştirilmesi Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Treagust, D.F ve Chandrasegaran, A.L ., 2009. The Efficacy of an Alternative Instructional Programme Designed to Enhance Secondary Students’ Competence in the Triplet Relationship. In J.K.Gilbert ve D.F.Treagust (Eds.), Multiple representations in chemical education: Springer. pp.151-168.
- Treagust, D.F., Harrison, A.G. and Venville, G.J., 1996, Using an Analogical Teaching Approach to Engender Conceptual Change, International Journal of Science Education, 18(2), 213-229.
- Tsai, C.C., 1999. Overcoming Junior High School Students’ Misconceptions About Microscopic Views of Phase Change: A Study of An Analogy Activity, Journal of Science Education and Technology, 8, 1, 83-91.
- Tsai, W.-C., ve Huang, Y.-M. 2002. Mechanisms linking employee affective delivery and customer behavioral intentions. Journal of Applied Psychology, 87, 1001-1008.
- URL-1 Conductivity as an Endpoint Indicator [http://chemed.chem.purdue/demos/main\\_pages/3.5.html](http://chemed.chem.purdue/demos/main_pages/3.5.html) [04.08.2007].
- URL-2 A Simple Buffer Demonstration [http://chemed.chem.purdue.edu/demos/main\\_pages/17.4.html](http://chemed.chem.purdue.edu/demos/main_pages/17.4.html) [04.08.2007].
- Uzuntiryaki, E., Çakır, Ö.S., Geban, Ö. (2001). Kavram haritaları ve kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin “Asit-Bazlar” konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 7- 8 Eylül, İstanbul. Bildiriler Kitabı, s 281-284.

- Ünal, S., 2007. “Atom ve Molekülleri bir arada tutan kuvvetler” konularının Öğretiminde Yeni bir Yaklaşım: BDÖ ve KDM’nin birlikte Kullanımının Kavramsal Değişime Etkisi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Varis, F., 1996. Eğitimde Program Gelistirme, Alkım Yayıncılık, Ankara.
- Varol, A., 1996. Bilgisayar Destekli Öğretim, Milli Eğitim Vakfı Dergisi, 35, 24-26.
- Vermaat, J.H., Kramers-Pals, H. ve Schank, P., 2003. The Use of Animations in Chemical Education. Paper presented at the International Convention of the Association for Educational Communications and Technology, October 22-26, 2003, Anaheim, CA, USA.
- Vidyapati T.J. and Seetharamappa J., 1995. Higher secondary school students' concepts of acids and bases, School Science Review, 77, 82-84.
- Vygotsky, L. 1987. Thinking and speech. In R. Riber, ve A. Carton (Eds.), The collected works of L.S.Vygotsky (pp. 37-285). New York. Plenum.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., ve Novak, J. D. 1994. Research on alternative conceptions in science. In D. Gabel (Ed.), Handbook of Research on Science Teaching and Learning: A project of the National Science Teachers Associations. (Bölüm-5, s.177-210). New York: Macmillan.
- Webb, M. J., 1985. Analogies and their limitations, School Science and Mathematics, 85, 645-650.
- Westbrook, S.L. ve Marek, A.E., 1991. A Cross-Age Study of Understanding of The Concept Diffusion, Journal of Research in Science Teaching, 28, 8, 649-660.
- White, R.T. ve Gunstone, R.F., 1992. Probing Understanding, Graphicaftltd, Hong Kong, P.196.
- Williamson, V.M ve Abraham, M.R., 1995. The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. Journal of Research in Science Teaching, 32(5), 521-534.
- Winberg, T. M., ve Berg, C. A. R., 2007. Students’ cognitive focus during a chemistry laboratory exercise: Effects of a computer-simulated prelab. Journal of Research in Science Teaching, 44(8), 1108-1133.
- Yager, R., 1991. The Constructivist Learning Model Towards Real Form in Science Education, The Science Teacher, 58, 6, 52-57.
- Yaman, F., Ayas, A., ve Nakhleh, M., 2010. Using computer-based interactive simulations and digital video clips to learn acid-base chemistry in high school, 21 st Biennial Conference on Chemical Education. University of North Texas, Denton, USA, 1-5 August.

- Yaman, F., Bak, Z., ve Ayas, A.2009. Asitler ve Bazlar Ünitesine Yönelik Hazırlanan Bilgisayar Destekli TGA Etkinliklerinin Tanıtılması. III. Uluslararası Bilgisayar ve Teknolojileri Sempozyumu, Trabzon.
- Yıldırım, A., ve Şimşek H., 2006. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Seçilen Yayın Evi, 6. Baskı, Ankara.
- Yıldırım, N., 2009. Kimyasal Denge Konusuyla İlgili materyal Geliştirilmesi, Uygulanması ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Doktora tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, M. ve Ayas, A., 2004. Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Asit-Baz Ve İndikatör Kavramlarını Anlama Seviyelerini Tespit Etmede Tahmin Gözlem-Açıklama (Poe) Metodunun Web Ortamında Kullanılması, XII. Eğitim Bilimleri Kongresi Bildiriler, Ankara.
- Yin, R. K., 1994. *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Zeiton, H. H., 1984. Teaching scientific analogies: A proposed model. Research in Science and Technological education, 2, 107-125.
- Zoller, U., 1990. Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). Journal of Research in Science Teaching. 27(10), 1053-1065.

# **EKLER**

## ÖZGEÇMİŞ

09.04.1980 tarihinde Mersin'in Tarsus ilçesinde doğdu. 1991 yılında Tarsus Atatürk ilkokulunu, 1994 yılında Tarsus Turgut İgören Orta Okulunu, 1998 yılında Tarsus Anadolu Meslek Lisesi kimya bölümünü bitirdi. 2000 yılında KTÜ Kimya Öğretmenliği Bölümüne girdi. 2005 yılında bu programdan birincilikle mezun oldu. Aynı yıl KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orta öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü (OFMA) Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalında direk doktora programına başladı. Yine, aynı yıl OFMA kimya eğitimi ana bilim dalında araştırma görevlisi olarak göreve başladı. 2009 Ağustos - 2010 Aralık dönemlerinde YÖK'ün yurt dışı araştırma bursu kapsamında ABD'nin Indiana eyaletinde yer alan Purdue Üniversitesinde ziyaretçi araştırmacı olarak görev yaptı. 2011 yılının ağustos ayında kurumlar arası geçiş ile Rize ilinin Çayeli ilçesinde kimya öğretmeni olarak görev yapmaya başladı. Araştırmacı bu görevine halen devam etmekte olup, yabancı dili İngilizcedir.