

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

**ASİT VE BAZ KONUSUYLA İLGİLİ REACT STRATEJİSİNE VE 5E  
MODELİNE GÖRE ETKİNLİKLERİN GELİŞTİRİLMESİ,  
UYGULANMASI VE KARŞILAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**Neslihan ÜLTAY**

**TRABZON**  
**Kasım, 2012**

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

**ASİT VE BAZ KONUSUYLA İLGİLİ REACT STRATEJİSİNE VE 5E**  
**MODELİNE GÖRE ETKİNLİKLERİN GELİŞTİRİLMESİ,**  
**UYGULANMASI VE KARŞILAŞTIRILMASI**

**Neslihan ÜLTAY**

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

**Tezin Danışmanı**  
**Doç. Dr. Muammer ÇALIK**

**TRABZON**  
**Kasım, 2012**

## **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**

**Neslihan ÜLTAY**

**02/11/2012**

## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın temel amacı, asit ve bazlar konusunda bağlam temelli öğretim yaklaşımının “REACT stratejisi” ve yapılandırmacı öğrenme kuramının “5E modeli”ne uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının anlamalarına ve tutumlarına olan etkisini araştırmak ve mevcut öğretimle ve birbirleriyle olan karşılaştırmalarını incelemektir. Bu amaçla hazırlanan öğretim materyalleri ve testler araştırmacılar, kimya öğretmenleri ve öğretmen adayları için sunulmuştur.

Bu çalışmada tez danışmanlığımı üstlenerek, bana her konuda yardım ve desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Muammer ÇALIK’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım süresince görüş ve önerilerinden yararlandığım sayın Doç. Dr. Haluk ÖZMEN ve sayın Doç. Dr. Suat ÜNAL’a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yardım ve desteklerini esirgemeyen, her konuda fikirlerinden faydalandığım değerli çalışma arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Çiğdem ŞAHİN, Yrd. Doç. Dr. Fethiye KARSLI ve Arş. Gör. Dr. Müge AKPINAR başta olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her döneminde bana maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme, öncelikle beni bu günlere getiren annem ve babama ve bana her zaman desteğini hissettiren ablama sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım. Ayrıca, gerek aile hayatımda, gerekse doktora çalışmalarım boyunca hoşgörüsünü ve sabrını benden esirgemeyen, her konuda yardımına koşan, görüş ve önerilerinden faydalandığım çok değerli eşim Öğr. Gör. Eser ÜLTAY’a ve son olarak, varlığıyla hayatımıza renk katan, neşe kaynağımız olan biricik kızım Mısra ÜLTAY’a sonsuz teşekkür ederek, sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Neslihan ÜLTAY

Trabzon, 2012



# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Araştırmanın Problemi.....	9
1.3. Araştırmanın Amacı.....	13
1.4. Araştırmanın Önemi.....	14
1.5. Araştırmanın Varsayımları.....	15
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	16
1.7. İlgili Literatür Taraması.....	16
1.7.1. Bağlam Temelli Yaklaşım ve İlgili Çalışmalar.....	16
1.7.2. REACT Stratejisi ve İlgili Çalışmalar.....	26
1.7.3. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı.....	30
1.7.4. 5E Modeli ve İlgili Çalışmalar.....	31
1.7.5. Asit ve Bazlar Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	36
1.7.6. 5E Modeli ve REACT Stratejisine Uygun Öğretim Materyali Geliştirmede Kullanılan Kavramsal Değişim Yöntem ve Teknikleri.....	43
1.7.6.1. Kavramsal Değişim Metni.....	44
1.7.6.2. Tahmin-Gözlem-Açıklama.....	44
1.7.6.3. Çalışma Yaprakları.....	45
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	47
2.1. Araştırmanın Tasarlanması.....	47
2.2. Araştırmanın Yöntemi.....	49
2.3. Araştırmanın Örnekleme.....	49
2.4. Veri Toplama Araçları.....	51
2.4.1. İki Aşamalı Testler.....	51
2.4.1.1. Asit ve Bazlar Kavram Testi (ABKT).....	52

2.4.2.	Tutum anketi.....	54
2.4.2.1.	Kimya Tutum ve Deneyimleri Anketi (KTDA).....	55
2.4.3.	Klinik Mülakat.....	61
2.4.3.1.	Araştırmada Kullanılan Klinik Mülakatlar.....	62
2.5.	Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi.....	63
2.5.1.	5E Modeline Uygun Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi.....	64
2.5.1.1.	5E Modeline Örnek Bir Öğretim Materyali.....	66
2.5.2.	REACT Stratejisine Uygun Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi.....	76
2.5.2.1.	REACT Stratejisine Örnek Bir Öğretim Materyali.....	78
2.5.3.	Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi.....	84
2.5.3.1.	Mevcut Öğretim Yöntemine Örnek Bir Öğretim Materyali.....	85
2.6.	Pilot Uygulama.....	96
2.6.1.	Pilot Uygulama Sonucunda ABKT’de Yapılan Değişiklikler.....	98
2.6.2.	Pilot Uygulama Sonucunda KTDA’da Yapılan Değişiklikler.....	99
2.6.3.	Pilot Uygulama Sonucunda 5E Öğretim Modeline Göre Hazırlanan Materyallerde Yapılan Değişiklikler.....	99
2.6.4.	Pilot Uygulama Sonucunda REACT Stratejisine Göre Hazırlanan Materyallerde Yapılan Değişiklikler.....	100
2.7.	Asıl Uygulama.....	101
2.8.	Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analiz Yöntemi.....	102
2.8.1.	ABKT’den Elde Edilen Verilerin Analizi.....	102
2.8.2.	KTDA’nın Verilerinin Analizi.....	104
2.8.3.	Klinik Mülakat Verilerinin Analizi.....	105
2.9.	Araştırmacının Katılımcı Rolü.....	106
2.10.	Geçerlik ve Güvenirliğin Sağlanması.....	107
3.	BULGULAR.....	109
3.1.	Araştırmanın Birinci Alt Problemine Ait Bulgular.....	109
3.1.1.	ABKT’den Elde Edilen Bulgular.....	110
3.1.2.	Klinik Mülakattan Elde Edilen Bulgular.....	146
3.2.	Araştırmanın İkinci Alt Problemine Ait Bulgular.....	161
3.3.	Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Ait Bulgular.....	162
3.4.	Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Ait Bulgular.....	165
4.	TARTIŞMA.....	174

4.1.	Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma.....	174
4.1.1.	ABKT'den Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma.....	174
4.1.2.	Asit ve Baz Kavramıyla İlgili Tartışma .....	177
4.1.3.	Asit – Baz Kuvvetliliği Hakkındaki Tartışma.....	181
4.1.4.	pH ve pOH Kavramları Hakkındaki Tartışma .....	184
4.1.5.	Asit – Baz Tepkimeleri Hakkındaki Tartışma .....	185
4.2.	Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma.....	187
4.3.	Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma.....	189
4.4.	Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma.....	192
4.5.	REACT Stratejisi, 5E Modeli ve Mevcut Öğretim Yöntemlerinin Karşılaştırılmasına Yönelik Tartışma.....	196
5.	SONUÇLAR.....	201
5.1.	Birinci Alt Problemle İlgili Sonuçlar.....	201
5.2.	İkinci Alt Problemle İlgili Sonuçlar.....	202
5.3.	Üçüncü Alt Problemle İlgili Sonuçlar.....	202
5.4.	Dördüncü Alt Problemle İlgili Sonuçlar.....	203
6.	ÖNERİLER.....	204
6.1.	Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler.....	204
6.2.	Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Önerileri.....	205
7.	KAYNAKLAR.....	207
8.	EKLER.....	231
	ÖZGEÇMİŞ.....	339

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Asit ve Bazlar konusunda REACT stratejisine ve 5E modeline göre hazırlanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının anlamalarına, kimyaya yönelik tutum ve deneyimlerine olan etkisini araştırmak, mevcut öğretimle ve birbirleriyle karşılaştırmalar yapmaktır. Bu çalışmada yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. İki aşamalı Asitler ve Bazlar Kavram Testi (ABKT), Kimya Tutum ve Deneyimleri Anketi (KTDA) ve klinik mülakat soruları geliştirilmiş ve pilot uygulamaları yapılmıştır. Test ve etkinliklerdeki (materyallerdeki) gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra, ABKT ve KTDA uygulamadan 1 hafta önce ön test, uygulamadan sonra son test ve uygulamanın kalıcılığına etkisini ölçmek için 10 hafta sonra da gecikmiş test olarak uygulanmıştır. Ayrıca, kavramsal farklılaşmanın düşük, orta ve yüksek düzeyde gerçekleştiği deney ve kontrol grubundan toplam 18 öğrenciyle klinik mülakatlar yürütülmüştür. ABKT'den elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, son ve gecikmiş testlerde deney gruplarının kontrol gruplarına göre daha iyi performans sergilediklerini göstermiştir ( $p < 0.01$ ). Ancak REACT stratejisi ile 5E modeli arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Araştırmada hazırlanan öğretim materyallerinin, kavramsal yapılarıdaki farklılaşmayı istenilen şekilde gerçekleştirdiği sonucu ortaya çıkmıştır. Ancak bu kavramların uzun süreli bellekte tutulmasında REACT stratejisinin 5E modeline ve mevcut öğretime oranla biraz daha etkili olduğu söylenebilir. KTDA'dan elde edilen verilerin istatistiksel analizleri de, gruplarda kimyaya yönelik tutum ve deneyimlerin olumlu veya olumsuz yönde gelişmediğini göstermiştir. Çalışmada kullanılan öğretim yöntemleri dikkate alınarak, gelecekte yapılacak çalışmalar için REEACT modeli olarak isimlendirilen yeni bir model önerisi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** 5E Modeli, REACT Stratejisi, Asit ve Bazlar, Kavramsal Anlama

## ABSTRACT

### **Designing, Implementing and Comparing “Acids and Bases” Instructional Tasks Based on REACT Strategy and 5E Model**

The purpose of this study is to investigate effects of ‘acids and bases’ tasks based on REACT strategy and 5E model on science student teachers’ conceptions, attitudes and experiences towards chemistry and to compare them with existing teaching design and each other. In this study, quasi experimental research design was used. Acids and Bases Concept Test (ABCT) with two-tier questions, Chemistry Attitudes and Experiences Survey (CAES) and clinical interview questions were developed and then pilot-tested. After making all necessary revisions in the tasks and tests, the ABCT and the CAES were administered as a pre-test one week before the teaching intervention. After the teaching intervention, the same tests were employed as a post test. Later on, the same tests were re-administered as a delayed test ten weeks after the teaching intervention in order to measure effect of the teaching intervention on retention of conceptual understanding and of attitudes and experiences towards chemistry. Moreover, the clinical interviews were conducted with a total of 18 students in the experimental and control groups selected from low, medium and high levels of conceptual differentiation in regard to their scores on the ABCT. Statistical analysis of the ABCT shows that the experimental groups performed better than did the control group in favor of the post-test and the delayed-test ( $p < 0.01$ ). But, no statistical meaningful difference was found between REACT strategy and 5E model. It can be deduced that the instructional tasks in this current study attained differentiation in the conceptual structure of the science student teachers in a desired way. Meanwhile, it can be concluded that the REACT strategy slightly influenced the science student teachers’ long-term memory of ‘acids and bases’ concepts as compared to 5E model and the existing teaching design. Statistical analysis of the CAES showed that the instructional tasks used did not enable the student teachers to improve their attitudes and experiences towards chemistry. Given the teaching designs used in the current study, this study recommends a new model, called REEACT model, for future studies.

**Key Words:** 5E Model, REACT Strategy, Acids and Bases, Conceptual Learning

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması.....	48
Şekil 2. KTDA'nın path diyagramı.....	57
Şekil 3. Keşfetme basamağında kullanılan rehber materyal.....	68
Şekil 4. Açıklama basamağında kullanılan teorik bilgiler.....	69
Şekil 5. Derinleşme basamağında kullanılan KDM.....	72
Şekil 6. Değerlendirme basamağında kullanılan sorular.....	74
Şekil 7. Değerlendirme basamağında kullanılan tanılayıcı dallanmış ağaç.....	75
Şekil 8. İlişkilendirme basamağında kullanılan okuma parçası.....	79
Şekil 9. Tecrübe etme basamağında kullanılan rehber materyal.....	80
Şekil 10. Öğretmen adaylarına verilmiş olan ders sunum ödevi.....	81
Şekil 11. Uygulama basamağında kullanılan rehber materyal.....	82
Şekil 12. Transfer etme basamağında kullanılan kavram ağı.....	84
Şekil 13. Asit-baz kavramları ve asit-baz kuramları ile ilgili kullanılan konu materyali.....	86
Şekil 14. Asit-baz tanımıyla ilgili konu materyali .....	88
Şekil 15. Arrhenius asit-baz tanımıyla ilgili konu materyali.....	89
Şekil 16. Bronsted-Lowry asit-baz tanımıyla ilgili konu materyali.....	90
Şekil 17. Konjuge asit-baz çiftleriyle ilgili konu materyali.....	91
Şekil 18. Konjuge asit-baz çiftleriyle ilgili kullanılan diğer konu materyali.....	92
Şekil 19. Su molekülleri arasındaki proton değişimiyle ilgili konu materyali.....	93
Şekil 20. Suyun otoprotolizi hakkında örnek soru .....	94
Şekil 21. Lewis Tanımıyla ilgili konu materyali .....	95
Şekil 22. Bronsted-Lowry ve Lewis kuramlarıyla ilgili çözülen örnek sorular.....	96
Şekil 23. REACT, 5E ve kontrol gruplarının ABKT'nin A bölümündeki yüzde değişimleri.....	119
Şekil 24. REACT, 5E ve kontrol gruplarının ABKT'nin B bölümündeki yüzde değişimleri.....	127
Şekil 25. REACT, 5E ve kontrol gruplarının ABKT'nin C bölümündeki yüzde değişimleri.....	136

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1.	Bağlam temelli yaklaşım esas alınarak geliştirilen uluslar arası öğretim programları.....	4
Tablo 2.	Kimya alanındaki bağlam temelli yaklaşım ile ilgili teorik ve uygulamalı Çalışmalar.....	17
Tablo 3.	Bağlam temelli yaklaşım ile ilgili yapılan uygulamalı (deneysel) Çalışmalar.....	19
Tablo 4.	REACT stratejisinin aşamaları .....	26
Tablo 5.	REACT stratejisine yönelik yapılan çalışmalar.....	29
Tablo 6.	5E modelinin kimya eğitiminde kullanıldığı çalışmalar.....	31
Tablo 7.	REACT stratejisi ile 5E modelinin benzer ve farklı yönleri .....	34
Tablo 8.	Asit ve bazlar konusu ile ilgili yapılmış çalışmalar.....	36
Tablo 9.	Mülakat yapılan öğretmen adaylarının kodları.....	50
Tablo 10.	ABKT’de kullanılan alternatif kavramlar.....	53
Tablo 11.	Araştırma modeline uygunluk indisleri.....	56
Tablo 12.	Maddelerin tanımlayıcı istatistiksel analizi bulguları.....	58
Tablo 13.	Anket maddelerinin ortalamaları ve standart sapmaları.....	59
Tablo 14.	5E modeline uygun hazırlanan ders planlarının kazanımları.....	64
Tablo 15.	REACT stratejisine uygun hazırlanan ders planlarının kazanımları.....	76
Tablo 16.	Mevcut öğretim yöntemine uygun hazırlanan ders planlarının kazanımları.....	84
Tablo 17.	ABKT’nin değerlendirilmesi için kullanılan puanlama kriterleri.....	103
Tablo 18.	ABKT’den elde edilen bulguların verilmesi esnasında kullanılan bazı kısaltmalar.....	109
Tablo 19.	Grupların kavram testi istatistikleri.....	110
Tablo 20.	Tek faktörlü varyans analizi tablosu.....	110
Tablo 21.	Çoklu karşılaştırma –Tukey Testi- sonuçları.....	111
Tablo 22.	Tekrarlı ölçümler için tek faktörlü varyans analizi (Repeated measures for one-way ANOVA).....	111
Tablo 23.	ABKT için çoklu karşılaştırma –Bonferroni Testi- sonuçları.....	112
Tablo 24.	REACT grubunun A bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri.....	113
Tablo 25.	5E grubunun A bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri.....	113

Tablo 26.	Kontrol grubunun A bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri.....	114
Tablo 27.	REACT grubunun B bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri.....	120
Tablo 28.	5E grubunun B bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri.....	121
Tablo 29.	Kontrol grubunun B bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri.....	122
Tablo 30.	REACT grubunun C bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri.....	128
Tablo 31.	5E grubunun C bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri.....	129
Tablo 32.	Kontrol grubunun C bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri.....	130
Tablo 33.	ABKT sonucunda öğretmen adaylarında tespit edilen alternatif kavramlar ve kavramsal değişim yüzdeleri.....	138
Tablo 34.	Mülakatın birinci sorusundan elde edilen bulgular.....	147
Tablo 35.	Mülakatın ikinci sorusundan elde edilen bulgular.....	148
Tablo 36.	Mülakatın üçüncü sorusundan elde edilen bulgular.....	149
Tablo 37.	Mülakatın dördüncü sorusundan elde edilen bulgular.....	150
Tablo 38.	Mülakatın beşinci sorusundan elde edilen bulgular.....	151
Tablo 39.	Mülakatın altıncı sorusundan elde edilen bulgular.....	152
Tablo 40.	Mülakatın yedinci sorusundan elde edilen bulgular.....	152
Tablo 41.	Mülakatın sekizinci sorusundan elde edilen bulgular.....	153
Tablo 42.	Mülakatın dokuzuncu sorusundan elde edilen bulgular.....	154
Tablo 43.	Mülakatın onuncu sorusundan elde edilen bulgular.....	156
Tablo 44.	Mülakatın on birinci sorusundan elde edilen bulgular.....	157
Tablo 45.	Mülakatın on ikinci sorusundan elde edilen bulgular.....	158
Tablo 46.	Mülakatın on üçüncü sorusundan elde edilen bulgular.....	159
Tablo 47.	Mülakatın on dördüncü sorusundan elde edilen bulgular.....	160
Tablo 48.	Grupların ön, son ve gecikmiş test puanlarının tanımlayıcı istatistikleri.....	161
Tablo 49.	Gecikmiş test için tek faktörlü kovaryans analizi.....	161
Tablo 50.	Grupların tutum testi tanımlayıcı istatistik bulguları.....	162
Tablo 51.	KTDA için tek faktörlü varyans analizi tablosu.....	163
Tablo 52.	Gecikmiş test için tek faktörlü kovaryans analizi.....	163



Tablo 53.	Tekrarlı ölçümler için tek faktörlü varyans analizi (Repeated measures for one-way ANOVA).....	164
Tablo 54.	KTDA için çoklu karşılaştırma – Bonferroni Testi – sonuçları.....	164
Tablo 55.	Deney grubu öğrencilerinin mülakatın ikinci bölümündeki sorulara vermiş oldukları cevaplar.....	165
Tablo 56.	Çalışmada tespit edilen ve materyallerin veya öğretimin sebep olduğu alternatif kavramlar.....	176
Tablo 57.	REEACT Modelinin basamakları ve her basamakta yapılacak işler.....	198

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ABKT</b>	: Asit ve Bazlar Kavram Testi
<b>KTDA</b>	: Kimya Tutum ve Deneyimleri Anketi
<b>KDM</b>	: Kavramsal Değişim Metni
<b>DS-DN</b>	: Doğru Seçenek - Doğru Neden
<b>DS-KDN</b>	: Doğru Seçenek – Kısmen Doğru Neden
<b>DS-AKN</b>	: Doğru Seçenek – Alternatif Kavram İçeren Neden
<b>DS</b>	: Doğru Seçenek
<b>YS-DN</b>	: Yanlış Seçenek – Doğru Neden
<b>YS-KDN</b>	: Yanlış Seçenek – Kısmen Doğru Neden
<b>KA</b>	: Kısmen Doğru Anlama
<b>ÜD</b>	: Üst Düzey Kavramsal Anlama Gerçekleştirilenler
<b>YS-AKN</b>	: Yanlış Seçenek - Alternatif Kavram İçeren Neden
<b>DN</b>	: Doğru Neden
<b>KDN</b>	: Kısmen Doğru Neden
<b>AKN</b>	: Alternatif Kavram İçeren Neden
<b>YS</b>	: Yanlış Seçenek
<b>TA</b>	: Tam Anlama
<b>AKA</b>	: Alternatif Kavramlı Anlama
<b>OD</b>	: Orta Düzey Kavramsal Anlama Gerçekleştirilenler
<b>AD</b>	: Alt Düzey Kavramsal Anlama Gerçekleştirilenler
<b>KAD</b>	: Kavramsal Anlama Düzeyi

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Fen eğitiminin temel amaçlarından biri günümüzdeki teknolojik ve bilimsel gelişmeleri takip eden bilimsel okuryazar bireyler yetiştirmektir. En genel tanımıyla bilim okuryazarlığı, bireylerin araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri geliştirmeleri, yaşam boyu öğrenen bireyler olmaları, etraflarındaki dünya hakkındaki merak duygularını sürdürmeleri için gerekli olan fenle ilgili beceri, tutum, değer, anlayış ve bilgilerinin bir birleşimidir (Kavak, Tufan ve Demirelli, 2006).

Bilimsel okuryazar bireyler çevresinde olup biten bilimsel gelişmelerin farkında olan, bu gelişmelere ayak uydurabilen, fikirleri ve teorileri test edebilen yaratıcı insanlardır (URL – 1, 2003). Bilimsel okuryazar bireyler yetiştirebilmek için fen eğitiminin kalitesinin artırılması gerekir. Bunun için son yıllarda kavram öğretimine ve öğrencilerin mevcut alternatif kavramlarının belirlenmesine ayrı bir önem verilmektedir. Çünkü öğrenciler fen derslerine kendi teori ve fikirleriyle gelirler (Posner vd., 1982; Hewson ve Hewson, 1984; Roth, 1985). Bireyler etraflarındaki fiziksel dünyayı anlamaya, yorumlamaya ve açıklamaya çalışırken çeşitli zihinsel modeller oluştururlar (Coll ve Treagust, 2001; Güneş, 2005). Ancak bunların çoğu bilimsel temellerden yoksundur (Güneş, 2005). Dilber'e (2006) göre çok sayıda öğrenci temel kavramları bile, bilimsel anlamlarına uygun olarak anlamakta zorlanmakta ve bilimsel bilgilerle uyumlu bir şekilde yorumlayamamakta; bunun yerine her bir kavram için farklı kavramlar geliştirmektedir. Her bireyin kendisinin geliştirmiş olduğu bu kavramlar, bilim dünyasının kabul ettiği bilimsel anlamlarından farklılık gösteriyorsa Helm (1980) tarafından "kavram yanılgısı" olarak, Driver (1981) tarafından "alternatif yapılar", Gilbert vd. (1982) tarafından "çocukların bilimi" olarak çok çeşitli şekilde isimlendirilmişlerdir. diSessa (1993)'e göre kavram yanılgısı öğretilen bilginin yanlış anlaşılması iken, alternatif kavram öğrencide kendiliğinden gelişir. Bu terimler her ne kadar birbiriyle benzerlik gösterebilir de aralarında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin öğretmen yanlış bilgiler sunarsa, öğrencinin sahip olduğu bu yanlış bilgilere kavram yanılgısı demek uygun değildir (Taber ve Tan, 2011). Öğrenci öğretmenin sunmuş olduğu bu "alternatif kavramları" doğru anlamış olabilir (Taber, 2011). Ayrıca alternatif kavram daha çok yapılandırmacı öğrenme için uygun bir terim iken,

kavram yanlışlığı pozitivist eğilimler için uygun bir terimdir (Taber, 2009). Zoller (1996)'e göre ise kavram yanlışlığı ile yanlış anlama da birbirinden farklı terimlerdir. Örneğin H içerenlerin asit, OH içerenlerin baz olması bir kavram yanlışlığıdır. Öğrenciler pH kavramını ve onunla ilgili temel bilgileri ( $\text{pH}=-\log[\text{H}^+]$  ve  $\text{H}^+$  ve  $\text{OH}^-$  derişiminin eşit olmasının çözeltinin nötr olması anlamına gelmesi gibi) anlamalarına rağmen matematiksel olarak asitliğin veya bazlığın fazla olduğu durumları “yanlış anlamış” olabilirler (Zoller, 1996). Yapılan çalışmalar sonucunda kimya alanında farklı konularda tespit edilmiş alternatif kavramlar kavram öğretiminin istenen düzeyde olmadığını göstermektedir (Stavy ve Stachel, 1985; Benson vd., 1993). Bunun çok çeşitli sebepleri olmakla birlikte en önemli sebeplerden bazıları mevcut öğretim programlarının yetersiz olması ve uygun öğretim stratejilerinin belirlenememesi olabilir. Bütün bu sebepler göz önünde bulundurulduğunda, mevcut öğretim ile bağlam temelli yaklaşımın öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri açısından değerlendirilmesi gerekli görülmektedir.

Bilimsel okuryazar bireyler yetiştirebilme çabası içinde bulunan ülkeler, fen öğretim programlarını yeniden düzenlemişler, güncel öğretim yaklaşımları ve öğrenme teorileri gündeme getirerek bunları uygulamaya koymuşlardır. Bu öğrenme teorilerinden birisi de yapılandırmacı öğrenme kuramıdır. Bu öğrenme kuramının odaklandığı en önemli düşünce öğrencinin mevcut bilgi birikimidir. Yapılandırmacı öğrenme kuramı özünde yeni öğrenilen bilgilerin var olan ön bilgilerle ilişkilendirilerek onların üzerine inşa edilmesidir. Souders (1999)'a göre, insan zihni yeni bir bilgiyle karşılaştığında çevresinde bu yeni bilgileri ilişkilendirebileceği olaylar aramaya girişir ve yeni bilgiler ancak insanın yaşamış olduğu çevresindeki olaylarla ilişkilendirilir ise anlam kazanmaya başlar. Bu düşünce bağlam temelli yaklaşımın da özünü teşkil eder ve yeni bilgilerle ön bilgilerin ilişkilendirilmesi sürecinde öğrenciye tanıdık bağlamlar sunulmasını öngörür. Bu sebeple bağlam temelli yaklaşım, yapılandırmacı öğrenme kuramından sonra geliştirilen ve öğrencinin günlük yaşamda karşılaştığı olaylarla bilimsel bilgileri ilişkilendirebilmesi için öne sürülen bir yaklaşımdır (Kortland, 2010). Esasında bağlam temelli yaklaşım yapılandırmacı öğrenme kuramı temelini üzerine inşa edilmiştir (Berns ve Erickson, 2001; Crawford, 2001; Glynn ve Koballa, 2005; Imel, 2000; Lynch ve Padilla, 2000).

Fen eğitiminin en önemli amaçlarından birisi olan anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak için ortaya atılan güncel öğrenme kuramları (yapılandırmacı öğrenme kuramı gibi) uygulandıkları öğrenme ortamında öğrenci başarısında olumlu sonuçlar verse de (Özsevgeç, 2006; Saka, 2006; Stephen ve Huziak-Clari, 2007; Wilder ve Shuttleworth,

2005; Yılmaz ve Çavaş, 2006) fen/kimya eğitimindeki sorunların genel olarak çözümlenemediği görülmektedir. Örneğin son yıllarda bilimdeki gelişmelerin artmasına karşılık, üniversitelerde fenin önemli bir branşı olan kimyayı seçen öğrenci sayısında son yıllarda ciddi bir düşüş görülmektedir (Bennett, Gräsel, Parchmann ve Waddington, 2005; Dalgety, Coll ve Jones, 2003; Schwartz, 2006; Gilbert, 2006; King, 2007; van Driel, 2005). Bu düşüşün sebebini bulabilmek amacıyla kimya eğitimindeki problemler tekrar tartışılmaya başlanmıştır. Bu problemlerden bazıları şöyle sıralanabilir:

- Gelişmiş ülkelerde bile (İngiltere) kimya öğretim programındaki konuların fazla olması (Gilbert, 2006; Pilot ve Bulte, 2006),
- Bilimsel bilgilerle günlük yaşamın ilişkilendirilmemesi (Demircioğlu, Demircioğlu ve Çalık, 2009; Gilbert, 2006; Stolk, Bulte, de Jong ve Pilot, 2009a),
- Öğrencilerin bilimsel bilgileri farklı bağlamlara uygulamada yaşadıkları güçlükler (Gilbert, 2006),
- Öğrencilerin “Bunu neden öğrenmem gerekiyor?” sorusuna cevap vermedeki yetersizlikleri (Demircioğlu vd., 2009; Gilbert, 2006; Stolk, Bulte, de Jong ve Pilot, 2009b),
- Toplumdan, kimyanın doğasından ve öğrenciden izole bir öğretim programının varlığı (Stolk vd., 2009a),
- Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerinde pasif kalmaları (Stolk vd., 2009a),
- Fen okumaya devam etmeyecek öğrencilerin bilimsel okuryazar olamamaları (Gilbert, 2006),
- Öğrencileri bilimsel bilgileri ezberlemeye yönelten baskın bir mevcut kimya eğitiminin varlığı (Stolk vd., 2009a).

Fen/Kimya eğitiminde karşılaşılan bu problemleri gidermek ve eğitimin kalitesini artırmak için bağlam temelli yaklaşım eğitimde oldukça yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve bu yaklaşım esas alınarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Geleneksel yaklaşımda öğrenciler genellikle neden tırmandıklarını bilmedikleri, çok fazla basamağı (içerik yoğunluğu) olan bir merdivene tırmanmak durumunda bırakılırlar. Öğrenciler bazen bu basamaklar (konular) arasındaki ilişkileri ve bağlantıları görememektedir. Bununla beraber, mevcut eğitim reformlarına dirençli olduğu gibi günümüzdeki problemleri çözmede

de yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple öğrencilerin kimyasal bilgilerin birbirini takip eden mantıklı zihinsel haritalarını oluşturabilmeleri için, bilimsel içerik, bilgiye ihtiyaç duyulan bir bağlama (need-to-know basis) dayandırılmalıdır. Bilgiye ihtiyaç duyulan bir ortamın yaratılması bağlam temelli yaklaşımın mihenk taşıdır. Ayrıca öğrencilerin bilgileri kullanmak için ihtiyaç duydukları bir ortam, öğretim açısından da oldukça anlamlıdır. Öğrencilerin bu ortamlarda yaparak yaşayarak öğrenmesi sağlandığından öğrenme anlamlı ve kalıcı olur. Bu yolla bilgilerin birbirleriyle olan uyumu artacağı gibi (Pilot ve Bulte, 2006), öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonları da artacaktır (Bennett ve Lubben, 2006; Bennett, Gräsel, Parchmann ve Waddington, 2005; Boström, 2008; Campbell, Lubben ve Dlamini, 2000; Demircioğlu vd., 2009).

Bağlam temelli yaklaşımın kimya ve fen eğitiminde gün geçtikçe popüler olması ve yapılan çalışmaların olumlu sonuçlar vermesi sebebiyle bazı ülkelerde kimya öğretim programı bağlam temelli yaklaşıma göre yeniden düzenlenmiştir (Barker ve Millar, 1999; Tsai, 2000; Winther ve Volk, 1994; Yager ve Weld, 1999). Örneğin İngiltere’de “Salters Advanced Chemistry” (Barker ve Millar, 2000; Bennett ve Lubben, 2006), Amerika Birleşik Devletleri’nde “Chemistry in Context” ve ChemCom (Schwartz, 2006), İsrail’de “Industrial Chemistry” (Hofstein ve Kesner, 2006), Almanya’da “Chemie im Kontext” (Parchmann, Gräsel, Baer, Nentwig, Demuth, Ralled, ve ChiK Proje Grubu, 2006), “Socio-critical and problem-oriented approach” (Eilks, 2002; Marks vd., 2008; Marks ve Eilks, 2010), ve Hollanda’da “Chemistry in Practice (ChiP)” (Bulte vd., 2006) hayata geçirilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Bağlam temelli yaklaşım esas alınarak geliştirilen uluslar arası öğretim programları

<b>Bağlam Temelli Program</b>	<b>Ülke</b>	<b>Yaş/Seviye</b>	<b>Açıklama</b>
Salters Advanced Chemistry (SAC)	İngiltere	17-18 yaş	Salters Advanced Chemistry kimyanın endüstriyel ve gerçek dünya ile ilişkili uygulamalarının altını çizer.
Chemistry in Context	ABD	18-20 yaş	CiC öğrencilerin kimya öğrenimleriyle onların günlük yaşamları ve sosyal konular arasında anlamlı bağlantılar kurmasına odaklanmıştır.
ChemCom	ABD	15-16 yaş	ChemCom sosyal konuları kimyaya entegre eder.

Tablo 1'in devamı

Industrial Chemistry	İsrail	12. sınıf	Industrial Chemistry kimya endüstrisinde var olan gerçek problemleri ve gerçek durum bağlamlarını tanıma fırsatı sunar.
Chemie im Kontext (ChiK)	Almanya	10. ve 11. sınıf	ChiK Almanya'daki orta dereceli okullarda kimya öğretiminin geliştirilmesini hedefler.
Socio-critical and problem-oriented approach	Almanya	10. sınıf	Bu yaklaşım öğrencilere toplumsal konularda yapılan tartışmalarda ve karar vermeleri gereken durumlarda bilimin önemini göstererek onların fen ve teknolojiye olan ilgilerini artırmayı hedefler.
Chemistry in Practice (ChiP)	Hollanda	İlköğretim 2. kademe	ChiP kimya ile günlük yaşam ve toplumsal konular arasında anlamlı ilişkiler kurmayı amaçlar.

Bu projelerde öğrenciler günlük hayatlarında karşılaştıkları bazı olayları analiz etmelerinin yanı sıra günlük yaşamlarıyla fen/kimya arasındaki bağlantıların da farkına varmışlardır (King, 2012). Böylece öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerine aktif olarak katılmaları sağlanmıştır (Stolk vd., 2009a, b). Bu projelere göre, bilimsel öğrenmenin başlangıç noktası olan bağlamlar öğrencilerin merakını uyandırmak için öncelikle sunulur. Ayrıca, öğrenciler bağlamlar yardımıyla bilimsel bilgilerin anlamlarını çıkarmaları için teşvik edilir ve böylece öğrenilecek fen/kimya kavramları “bilgiye ihtiyaç duyulan” (need-to-know basis) bir bağlama oturtulmuş olur. Bu yolla öğrenciler bağlam temelli yaklaşımın önemini ve geçerliğini kavradıklarında, fene/kimyaya olan hayranlıkları ve ilgileri de artmış olur (Barker ve Millar, 1999, 2000; Belt, Leisvik, Hyde ve Overton, 2005; Potter ve Overton, 2006). Sonuç olarak, bağlam temelli yaklaşım yalnızca öğrencileri daha aktif kılmakla kalmamakta, kimya ile günlük yaşam arasındaki ilişki dahilinde onların kimyayı daha anlamlı ve kalıcı öğrenmelerine de katkıda bulunmaktadır (Bennett vd., 2005; King, 2007). Ayrıca bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin içinde yaşadıkları dünyayı ve doğal çevrelerini daha iyi anlamalarına da yardımcı olmaktadır (Bennett ve Lubben, 2006).

Uluslar arası düzeyde bağlam temelli yaklaşım esas alınarak gerçekleştirilen projeler ışığında ülkemizde de ortaöğretim fen öğretim programında bazı değişiklikler yapılmıştır.

Özellikle fizik derslerinde yapılandırmacı öğrenme kuramı temel alınarak hazırlanmış olan ders kitaplarının yerine bağlam temelli yaklaşım esas alınarak yeniden hazırlanmış olan ders kitapları okutulmaya başlanmış olup (MEB, 2008), kimya derslerinde ise ünite kazanımları teknoloji, toplum ve çevre ile ilişkilendirilerek, Kimya-Teknoloji-Toplum-Çevre (KTTÇ), Bilimsel Süreç Becerileri (BSB), İletişim, Tutum ve Değerler (ITD) ile iç içe geçirilmiş olup, 9.sınıftan 12.sınıfın sonuna kadar eğitim ve öğretimde uygulanmaya başlanmıştır (MEB, 2009). KTTÇ kazanımları ile öğrencilerin kimyanın doğası, kimya ile teknoloji arasındaki etkileşimler, kimya ile toplum ve çevre arasındaki ilişkiler irdelenmeye çalışılmıştır. Böylece kimya eğitiminin farklı yönlerinin birleşerek ortaya çıkaracağı varsayılan, kimyanın hayata, hayatın da kimyaya etkisi, kimyasal faaliyetler sonucu çevrede ortaya çıkan etkiler, bu etkilerin yine kimya kullanılarak azaltılması, gündelik hayata girmiş kimyasalların kullanım ve işlev bilinci öğrenciye kazandırılmaya çalışılmıştır (MEB, 2009). Öğretim programlarının içeriğinde bu durum sadece yüzeysel olarak geçirilmiş olsa da, MEB'in ortaöğretim kimya programlarında yer vermiş olduğu bu kazanımlar aslında bağlam temelli yaklaşımın da esas aldığı noktalardır. Bağlam temelli yaklaşımda da kazanımlar daha önceden seçilmiş bir bağlam içerisinde günlük yaşamla, bir diğer deyişle teknolojiyle, toplumla, çevreyle ilişkilendirilmiş olup, öğrencilerin öğrendikleri kimya bilgilerini günlük yaşamda da kullanabilmelerini ön görmektedir. Ayrıca, MEB'in ortaöğretim kimya programlarında yer vermiş olduğu ITD kazanımları öğrencilerin özgüven, tolerans, saygı, aile/millet/vatan sevgisi gibi sosyal tutum ve değerlerle kendini ifade, birlikte yaşama iradesi, düşünce ve hislerini paylaşma arzusu gibi iletişime gönüllülük anlamı taşıyan olumlu eğilimlerini kapsamaktadır (MEB, 2009). Bağlam temelli yaklaşım da öğrencide içinde yaşadığı dünya ile ilgili merak ve heyecan uyandırmayı amaçlayarak (Demircioğlu vd., 2009), öğrencide olumlu tutum geliştirmeyi hedeflemektedir. Özellikle TÜBİTAK ve MEB arasında yapılan protokolün bir sonucu olarak ortaöğretim programlarının yeniden gözden geçirilmesiyle ülkemizde de kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşıma doğru bir geçiş olduğu söylenebilir (Ültay ve Çalık, 2011).

Bağlam temelli yaklaşım kimya eğitiminde karşılaşılan problemleri çözebilmek amacıyla ortaya atılmış olup bu sebeple bağlam temelli kimya eğitimi ile mevcut yaklaşımı karşılaştıran çalışmalar başlatılmış ve uygulanmıştır (Demircioğlu vd., 2009; Stolk vd., 2009a, b). Kimya eğitiminde yapılan bağlam temelli yaklaşımın esas alındığı çalışmalar dikkate alındığında Periyodik Tablo (Bennett vd., 2006; Demircioğlu vd., 2009; Ramsden,



1997), elektrokimyasal piller (Belt vd., 2005; King, Bellocchi ve Ritchie, 2008; Markic ve Eilks, 2006), su kalitesi (water quality) (Bulte vd., 2002, 2006; King ve Ritchie, 2007), kimyasal bağlar (Barker ve Millar, 2000; King ve Ritchie, 2007) ve kimyasal termodinamik (Barker ve Millar, 2000; Belt vd., 2005) konularının ağırlıklı olduğu görülmektedir. Bu açıdan, yapılan bu çalışmada asit ve bazlar konusunun ele alınmasının literatürdeki boşluğu dolduracağı düşünülmektedir (Ültay ve Çalık, 2012). Ayrıca asit ve bazlarla ilgili literatür incelendiğinde; konunun öğretiminde çeşitli yöntem ve tekniklerin kullanıldığı ancak hiçbir çalışmada bağlam temelli yaklaşımın veya REACT stratejisinin kullanılmadığı görülmektedir. Örneğin asit ve bazlar konusunda Balım ve Erdem (2006) çoklu zeka kuramının, Burhan (2008) karikatür destekli çalışma yapraklarının, Pabuçcu (2008) ise 5E modelinin öğrenmeye olan etkisini araştırmıştır. Drechsler ve van Driel (2008) ise deneyimli öğretmenlerin asit-baz konusundaki pedagojik alan bilgilerini araştırırken, Wilson (1998) ise 12.sınıf, kimya bölümü lisans ve mezun öğrencilerin asit-baz konusundaki bilgi örüntülerini kavram haritaları ve “Pathfinder” tekniğiyle araştırmıştır. Feng ve Tuan (2005) asit-baz konusunun öğretiminde ARCS modelinin kullanımının öğrencilerin başarısına ve motivasyonuna olan etkisini araştırmış olup, Kousathana, Demerouti ve Tsaparlis (2005) asit-baz modellerinin gelişimiyle öğrencilerde mevcut alternatif kavramlar arasındaki ilişkiyi tarihi ve felsefi açıdan incelerken, Özmen, Demircioğlu ve Coll (2009) ise kavram haritalarıyla zenginleştirilmiş laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin asit-baz konusunu anlamalarına olan etkisini araştırmıştır. Sonuç olarak, asit ve bazlar konusunun seçiminde, konunun REACT stratejisi ve bağlam temelli yaklaşımla ilgili yapılmış çalışmalarda araştırılmamış konular arasında yer alması etkili olmuştur.

Asit ve bazlar konusu öğrencilerin çok küçük yaşlardan beri günlük hayatta kullandıkları malzemelerden dolayı aslında aşına oldukları bir konudur. Örneğin nişadır ruhu diye bilinen amonyak (baz) ve sofralarda kullandığımız limon (asit) öğrencilerin evlerinde kullanılan malzemelerdendir. Milli Eğitim Bakanlığı'nın okullarda okutulmasını uygun gördüğü ders kitaplarında ilköğretim 5.sınıftan lise 12.sınıfa kadar (6.sınıf hariç) hemen her sene gördükleri asit-baz kavramlarının öğrenciler tarafından hala yanlış bilinmesi mevcut alternatif kavram araştırmalarıyla da desteklenmektedir (Bradley ve Mosimege, 1998; Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban, 2004; Demircioğlu, 2003; Demircioğlu, Özmen ve Ayas, 2004; Geban, Taşdelen ve Kırbulut, 2006; Toplis, 1998). Bu sebeple asit ve bazlar konusunun etkili ve kalıcı öğretilmesi bakımından günlük hayatla

ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma asit ve bazlar konusunu tanıdık bağlamlar dahilinde REACT stratejisine ve günlük yaşamdan örnekler kullanılarak 5E modeline uygun olarak öğretmeyi hedeflemektedir. REACT stratejisinin 5E modeli ile karşılaştırılmasının gerekliliği ise iki modelin de 5 aşamalı olması ve bu aşamaların içeriklerinin iki modelde benzerlikler göstermesidir. Bu sebeple REACT stratejisi ve 5E modeli karşılaştırılarak farklılıkları değerlendirilmiştir.

Kimya eğitiminin en önemli amaçlarından biri de daha etkili, kalıcı ve günlük yaşamla bağlantılı öğrenmeyi sağlamak olsa da öğrencilerin öğrenme ortamına nasıl bir tutum takınarak geldikleri de öğrenmelerinde belirleyicidir. Tutumun başarıya olan etkisini araştıran çalışmaların varlığı bunu desteklemektedir (Akpınar, 2006; Bloom, 1989; Brickhouse, 1992; Koballa, 1988; Munby, 1983; Özsevgeç, 2007; Sağlam, 2006; Türkmen, 2002). Bu sebeple tutumu ölçmeyi hedefleyen araçlar geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Nazlıççek ve Erkin, 2002). Ayrıca kimya öğretim programıyla öğrencilerin sadece bilgi, anlayış ve beceri kazanmaları yeterli görülmemekte, öğrencilere belirli bilimsel tutum ve değerlerin kazandırılması da ön planda tutulmaktadır. Bu programla öğrencilere kazandırılmak istenen olumlu bilimsel tutum ve değerlerin, onların daha sonraki öğrenmelerini de etkileyeceği düşünülmektedir (Balım, Sucuoğlu ve Aydın, 2009). Bu sebeple bu çalışma kapsamında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının öğrenme ortamına nasıl bir tutum takınarak geldikleri ve yapılan uygulamalar sonucunda 5E modelinin, REACT stratejisinin ve mevcut öğretimin öğretmen adaylarının kimya dersine karşı olan tutum ve deneyimlerini nasıl değiştirdiği irdelenmiştir.

Her öğretim kademesindeki öğrencilerin alternatif kavramlara sahip oldukları bilinmektedir (Çalık ve Ayas, 2005; Köseoğlu vd., 2002; Özmen vd., 2009a). Alternatif kavramların olası nedenlerinden biri de öğretmenlerdir (Banerjee, 1991; Heller ve Finley, 1992; Ross, 1989). Özellikle gelecek nesilleri şekillendirecek öğretmenleri yetiştiren eğitim fakültelerinde öğrenim gören öğretmen adaylarının var olan alternatif kavramlarının tespiti ve giderilmesi üzerine çalışmalar yapılmalıdır. Böylece öğrencilerde öğretmenden kaynaklanan alternatif kavram oluşma ihtimali mümkün olan en alt seviyeye indirilebilir (Çalık ve Ayas, 2005; Kolomuç ve Çalık, 2012).

Eğitim sistemimiz için çok yeni olan bağlam temelli yaklaşım, bu yaklaşıma uygun olarak hazırlanan öğretim etkinliklerinin derinlemesine incelenmesi ve eğitim öğretim açısından katkıları ve eksiklikleri tartışılmalıdır. Bu nedenle bu araştırma kapsamında asit ve bazlar konusunda Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına “Bağlam temelli öğretim”

yaklaşımına uygun olarak araştırmacı tarafından hazırlanan REACT stratejisine uygun bir ders öğretimi gerçekleştirilecek olup, bu stratejinin yapılandırmacı öğrenme kuramının en yaygın modeli olan 5E modeli ve mevcut öğretim yöntemiyle olan benzerlikleri, farklılıkları, eğitim-öğretim açısından avantajları ve dezavantajları belirlenmeye çalışılacaktır.

## 1.2. Araştırmanın Problemi

Yapılandırmacı öğrenme kuramı öğrencilerin mevcut bilgileriyle yeni bilgileri arasında anlamlı bağlantı kurulabildiği takdirde öğrenmenin gerçekleşebileceği düşüncesini savunur (Bybee, Taylor, Gardner, van Scotter, Powell, Westbrook, ve Landes, 2006; Driver, 1981; Guba ve Lincoln, 1989, 1994; URL – 2, 1998). Ancak yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modelinde bazı eksiklikler ve yetersizlikler bulunması bağlam temelli yaklaşımın önem kazanmasına yol açmıştır. Örneğin 5E modelinin derinleşme basamağına yönelik etkinlik geliştirilmesi ve uygulanmasında sıkıntılar yaşanmaktadır (Kurnaz ve Çalik, 2008). Bu durumun sebebi ise öğrencilerin okuldaki bilgilerini günlük hayatlarındaki olaylarla bağdaştıramamaları olabilir (Demircioğlu vd., 2009; Gilbert, 2006; Stolk, Bulte, de Jong, ve Pilot, 2009a). Bu sebeple son yıllarda bu eksikliği kapatmak için bağlam temelli yaklaşım önem kazanmış ve üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Literatür taramasında erişilen bağlam temelli yaklaşımın kimya eğitiminde kullanıldığı 53 çalışmadan 19 tanesi bağlam temelli yaklaşımı açıklamaya ve tanıtmaya yönelik çalışmalardır. Diğer çalışmalar ise bağlam temelli yaklaşımın deneysel olarak araştırıldığı çalışmalardır. Deneysel çalışmalar Periyodik Tablo, elektrokimyasal piller, kimyasal bağlar, termodinamik gibi konularla ilgilenmiş olup, örneklem grubu olarak ise yalnızca bir çalışma öğretmen adaylarıyla yürütülmüştür (Demircioğlu, 2008). Bu sebeple öğretmen adaylarıyla yapılacak olan çalışmalara ihtiyaç vardır. Hizmet öncesi eğitimde öğrencilere konuları nasıl tanıdık bağlamlara yerleştirebilecekleri öğretilirse, öğretmen adayları ileride kendi sınıflarında daha etkili bir öğretim yapabilirler. Böylece öğretmen adaylarındaki alternatif kavramların giderilmesi, aslında ileride onların öğrencilerinde ortaya çıkabilecek muhtemel alternatif kavramları da gidermesi bakımından önemlidir. Diğer bir deyişle, temelde kavramları doğru öğretmek ileride ortaya çıkması muhtemel alternatif kavramları da engeller.

Öğrenciler asit kavramıyla Milli Eğitim Bakanlığı'nın yapmış olduğu program dahilinde ilk defa ilköğretim 5.sınıfta karşılaşmaktadırlar (URL – 3, 2006). Öğrenciler besin içeriklerini öğrenirken besinlere nitrik asit damlatarak sarı rengin varlığını gözlemlemeye çalışırlar. Sarı renk besin maddesinin protein içerdiğinin bir göstergesidir. Daha sonra 8.sınıfta daha detaylı işlenen asit-baz konusunda öğrenciler asit-baz kavramlarını, nötrleşme tepkimelerini tanımlayabilmekte ve ayrıca günlük yaşamdan örnekler verebilmektedirler. Lise eğitiminde 9.sınıfta kimyanın gelişimi, bileşikler, kimyasal değişimler, karışımlar ve hayatımızda kimya ünitelerinde öğrenmektedirler. Kimyasal değişimler ünitesi hariç diğer ünitelerde asit-baz sadece kavram olarak geçerken kimyasal değişimler ünitesinde detaylı bir şekilde incelenmiştir. 10.sınıfta periyodik sistemde hidroksit bileşiklerinin asitlik/bazlık özellikleri incelenirken, 11.sınıfta çözeltilerde denge konusunda, pH ve pOH kavramları açıklanarak asit ve bazların kuvvetleri ayrışma denge sabitleri ile ilişkilendirilir. Kuvvetli asit/baz ve zayıf asit/baz çözeltilerinin pH değerleri ve tampon çözeltilerin açıklanması ve öğretilmesi bu üniteye yer almaktadır. Üniversite düzeyinde de asit-baz kavramları özellikle fen alanlarında oldukça sık karşılaşılan kavramlardır. Öğretim hayatında öğrencilerin bu kadar sık karşılaştıkları asit-baz kavramlarında hala alternatif kavramlara sahip olmaları (Demircioğlu, 2003; Toplis, 1998), mevcut öğretim yönteminin öğrencilerdeki alternatif kavramları gidermede etkili olamamasından kaynaklanmaktadır (Harrison ve Treagust, 2001; Hewson, 1992; Hewson ve Hewson, 2003; Özmen, 2003; Özmen vd., 2009b; Palmer, 2003; Westbrook ve Marek, 1991). Bu sebeple asit-baz konusunun daha etkili öğretilmesi gerekli görülmektedir.

Sirke, limon gibi besin maddeleri asit-baz kavramlarının sadece öğretim hayatında değil günlük yaşamda da sık kullanıldığının bir göstergesidir. Hayatımızın bu kadar içine yerleşmiş olan asit-baz kavramlarının doğru olarak öğretilmesi bu bakımdan önemlidir. Bilimsel okuryazar olmanın gerekli olması fikri de bu düşünceyle bağdaşır. Sofralarda kullanılan sirkenin veya limonun, banyolarda kullanılan şampuanların ne gibi özellikleri olduğunun, el sabunlarının üzerinde neden pH=5.5 yazdığının öğrenilmesi her bilimsel okuryazar bireyin bilmesi gereken bilgilerdir. Ancak yapılan bazı çalışmalar, öğrencilerin asit-baz kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirmede hala problem yaşadıklarını göstermektedir (Demircioğlu vd., 2009; Gilbert, 2006; Özmen, 2003; Stolk, Bulte, de Jong, ve Pilot, 2009a; Yıldız, Yıldırım ve İlhan, 2006).

Yapılandırmacı öğrenme kuramının en yaygın kullanılan modeli olan 5E modeli ve bağlam temelli yaklaşımın REACT stratejisi bazı yönlerden benzerlikler göstermektedir: iki modelin de 5 basamaklı olması ve basamakların içeriği gibi. Örneğin 5E modelinin birinci basamağında öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirmek, dikkatini çekmek ve motivasyonunu artırmak için şaşırtıcı bir olay veya durum verilir. REACT stratejisinde de benzer olarak öğrencilerin daha önceki bilgileriyle ilişki kurabilecekleri günlük yaşamdan tanıdık bir bağlam sunulur; bu bağlam bir olay, hikaye, gazete haberi veya durum da olabilir. Aslında iki basamaktaki temel amaç da öğrencilerin motivasyonunu artırarak derse hazır hale gelmelerini ve ön bilgilerini hatırlamalarını sağlamaktır. Bu sebeple bu iki model temelde farklı noktalara odaklansalar bile özellikle ilk iki basamağının benzer olması sebebiyle eğitimciler açısından birbirine oldukça benzetilmekte ve hatta karıştırılmaktadır (Ültay ve Çalık, 2011). 5E modeli öğrencilerin ön bilgilerinin ortaya çıkarılmasına, REACT stratejisi ise tanıdık bağlamlar kullanılmasına odaklanmışlardır. REACT stratejisi ve 5E modeli üçüncü basamaktan itibaren ise tamamen birbirinden farklılaşmaktadır. Örneğin, REACT stratejisinin uygulama basamağında, öğrenciler öğrendikleri bilgiyi projeler, problem çözme veya laboratuvar etkinlikleri esnasında kullanarak öğrenirler. Bunun için günlük hayattan, gerçekçi, mantıklı ve öğrencilerin ilgisini çekebilecek olaylar kullanılabilir. Ancak 5E modelinin açıklama basamağı, öğretmenin konu ile ilgili açıklamalarda bulunduğu ve aktifliğinin ön planda olduğu bir basamak olmasına rağmen REACT stratejisinde öğretmenin aktif olduğu, konu ile ilgili açıklamalarda bulunduğu böyle bir basamak mevcut değildir. Ayrıca REACT stratejisinde olduğu gibi kullanılan materyallerin günlük yaşamla ilişkili olma zorunluluğu 5E modelinde bulunmamaktadır. 5E modelindeki materyallerin günlük yaşamla ilgili olması öğrencilerin motivasyonu açısından gerekli olmasına rağmen şart değildir. REACT stratejisinin dördüncü basamağı olan işbirliği basamağı ile 5E modelinin dördüncü basamağı olan derinleşme basamağı birbirinden oldukça farklı basamaklardır. İşbirliği basamağında öğrenciler konunun işlendiği bağlam dahilinde araştırma yaparak bunu sınıftaki diğer arkadaşlarıyla paylaşırlar. Burada önemli olan bağlamın dışına çıkılmadan grupça bir ürün ortaya çıkarmaktır. Ancak derinleşme basamağında amaç öğrencilerin öğrendikleri bilgileri farklı durumlara uygulayabilmeleri, konuyu farklı disiplinlerle ilişkilendirerek veya varsa alternatif kavramlarını gidererek bir adım daha ötesine gidebilmelerini sağlamaktır. Bu açıdan işbirliği basamağı ile derinleşme basamağı birbirlerinden oldukça farklı amaçlara hizmet etmektedirler. Benzer şekilde, REACT

stratejisinin beşinci basamağı olan transfer etme basamağı ile 5E modelinin beşinci basamağı olan değerlendirme basamağı da birbirinden oldukça farklıdır. Transfer etme basamağında öğrenciler öğrendikleri bilgileri farklı durumlara transfer ederlerken, değerlendirme basamağında ise öğrendikleri bilgileri sınama fırsatı yakalamış olurlar. Başka bir ifadeyle, 5E modelinin değerlendirme basamağının öğrencilerin konuya ne kadar hakim olduklarını göstermesinden dolayı, içerik ve kapsam olarak REACT stratejisinin üçüncü basamağı olan uygulama basamağına benzediği söylenebilir.

REACT stratejisi ve 5E modeli sahip oldukları basamakların içeriği ve yapısı bakımından birbirlerine oldukça benzemelerine rağmen basamakların sırası ve bazı basamakların bir diğerinde var olmaması bakımından (örneğin REACT stratejisindeki işbirliği basamağının 5E modelinde karşılığının olmaması gibi) birbirinden farklılıklar göstermektedir (Ültay ve Çalık, 2011). Ayrıca 5E modeli teorik olarak ortaya atılmış bir model olmasına karşılık (Bybee vd., 2006), REACT stratejisi öğretmenlerin görüşleri alınarak ve onlara örnek materyaller hazırlattırılarak oluşturulmuş bir stratejidir (CORD, 1999a) ve bu iki modelin hangisinin öğrenci anlamasında daha etkili olduğunu araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Mevcut öğretim yöntemi ise eğitimciler tarafından yetersiz bulunmasının yanı sıra öğrencileri ezbere yönlendirmesi açısından da oldukça eleştirilen bir yöntemdir (CORD, 1999a; Özmen ve Yıldırım, 2005). Ayrıca soyut kavramların yapılanması ve alternatif kavramların giderilmesinde de etkili olduğu söylenemez (Özmen vd., 2009b; Westbrook ve Marek, 1991). Bu açıdan yaklaşıldığında, REACT stratejisi, 5E modeli ve mevcut öğretim yöntemini öğrenci anlaması açısından karşılaştıran ve değerlendiren bir çalışma gerekli görülmektedir. Aynı zamanda böyle bir çalışma eğitimciler açısından da oldukça aydınlatıcı olacaktır.

Teknolojik ilerlemelere karşılık, öğrencilerin fen bilimlerine ve özellikle kimyaya olan ilgilerinin ve motivasyonlarının azalması, üniversitede kimya okumayı seçen öğrenci sayısındaki düşüşten de anlaşılmaktadır (van Driel, 2005). Türkiye’de de son yıllarda kimya bölümlerinin yurt genelinde kapatılması bu durumun ciddiyetini göstermektedir (URL – 4-5, 2012). Öğrencilerin kimya dersine olan ilgi ve motivasyonlarının bağlam temelli yaklaşımla arttığına yönelik bulgular literatürde mevcut olmasına karşılık (Bennett ve Lubben, 2006; Bulte vd., 2006), mevcut öğretim yönteminin tutuma olan olumlu etkisinin kısa süreli olması veya olmaması da (Çam, 2008; Özsevgeç, 2007) öğrencilerin ilgi ve motivasyonunun bazı ilgi çekici konularla sınırlı olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca REACT stratejisinin öğrencilerin tutum ve deneyimleri üzerinde nasıl bir etkisi

olduğunu ve 5E modeli ile REACT stratejisinden hangisinin öğrencilerin tutum ve deneyimlerini daha fazla etkilediğini araştıran bir çalışma bulunmamaktadır.

Buradan yola çıkarak araştırmanın temel problemi; asit ve bazlar konusunda bağlam temelli öğretim yaklaşımının “REACT stratejisi” ve yapılandırmacı öğrenme kuramının “5E modeli”ne uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının anlamalarına, tutum ve deneyimlerine olan etkisini araştırmak ve mevcut öğretimle ve birbirleriyle olan karşılaştırmalarını incelemektir.

Bu çalışma kapsamında incelenecek olan araştırmanın alt problemleri aşağıda verilmiştir:

- 1) REACT stratejisi kullanılarak oluşturulmuş bağlam temelli, 5E modeli kullanılarak oluşturulmuş yapılandırmacı ve mevcut öğrenme ortamlarındaki öğretmen adaylarının konuyla ilgili anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 2) Hangi öğrenme ortamı konuyla ilgili kavramların uzun süreli bellekte tutulmasına daha fazla etkide bulunmuştur?
- 3) Hangi öğrenme ortamı öğretmen adaylarının kimya dersine yönelik tutum ve deneyimini daha fazla etkilemiştir?
- 4) Öğretmen adaylarının anlama seviyelerine göre (üst, orta ve alt düzey) REACT stratejisi ve 5E modelinin etkililiği hakkındaki düşünceleri nelerdir?

### **1.3. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı asit ve bazlar konusunda REACT stratejisinin kullanıldığı bağlam temelli öğretim yaklaşımına ve 5E modelinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının anlamalarına, tutum ve deneyimlerine olan etkisini araştırmak, mevcut öğretimle ve birbirleriyle karşılaştırmalar yapmaktır.

Araştırmanın alt amaçları ise şu şekilde oluşturulmuştur:

- 1) REACT stratejisinin kullanıldığı bağlam temelli, 5E modelinin kullanıldığı yapılandırmacı ve mevcut öğrenme ortamlarının öğretmen adaylarının konuyla ilgili anlamaları üzerindeki etkisini belirlemek.
- 2) Hangi öğrenme ortamının yeni öğrenilen kavramların uzun süreli bellekte tutulmasına daha fazla etki ettiğini belirlemek.

- 3) Hangi öğrenme ortamının öğretmen adaylarının kimya dersine yönelik tutum ve deneyimini daha fazla etkilediğini belirlemek.
- 4) Öğretmen adaylarının anlama seviyelerine göre (üst, orta ve alt düzey) REACT stratejisi ve 5E modelinden hangisinin öğrenciler üzerinde daha etkili olduğunu belirlemek.

#### 1.4. Araştırmanın Önemi

Son yıllarda fen eğitimine verilen önemle birlikte yapılan eğitim reformlarına rağmen, üniversitelerde fenin önemli bir branşı olan kimyayı seçen öğrenci sayısında ciddi bir düşüş görülmektedir (Bennett vd., 2005; Gilbert, 2006; King, 2007; Schwartz, 2006; van Driel, 2005; URL-6, 2012). Yapılan çalışmalar öğrencilerin fene (fizik, kimya, biyoloji) olan ilgilerini artırmanın en önemli yolunun bilimsel bilgileri günlük yaşamdaki olaylarla ilişkilendirmekten geçtiğini göstermektedir (Barker ve Millar, 1999; Barker ve Millar, 2000; Potter ve Overton, 2006). Bilimsel bilgilerin günlük yaşamdaki olaylarla ilişkilendirilmesi öğrencilerin fene karşı tutumlarını pozitif yönde etkilemektedir (Akpınar, 2009; Graber, Erdmann ve Schlieker, 2002; Hofstein ve Kesner, 2006; King ve Ritchie, 2007). Bunun yapılabilmesi için de konuların öğrencilerin günlük yaşamlarından aşına oldukları bağlamlar dahilinde öğretilmesi gerekir. Ancak öğretmenlerin konunun içeriğini bağlamlara transfer etmekteki yetersizlikleri (Parchmann vd., 2006) göz önüne alınırsa, çalışma asit-baz konusunda sunacağı bağlamlarla öğretmenlere yol gösterici olacaktır. Ayrıca bu materyalleri deneyen öğretmenler öğrencilerin daha etkili ve kalıcı öğrendiklerini tespit ederlerse, diğer konuların öğretiminde de bağlam temelli öğrenme ortamlarını kullanma konusunda teşvik edilmiş olacaklardır.

Son yıllarda oldukça popülerlik kazanan bu yaklaşım ülkemizde de fizik programında uygulamaya geçirilmesine rağmen bu alanda yapılmış fazla çalışma bulunmamakta (Çam ve Köse, 2008; Demircioğlu vd., 2006 ve 2009; Demircioğlu, 2008; Sözbilir, Sadi, Kutu ve Yıldırım, 2007) ve REACT stratejisinin ele alındığı çalışmalar matematik eğitimi alanında (Coştu, 2009), fizik eğitimi alanında (Saka, 2011; Ültay, 2012) ve kimya eğitimi alanında (Ültay ve Çalık, 2011) sınırlı kalmaktadır. Kimya eğitimindeki çalışma ise sadece 5E ve REACT'ın farklılıklarını ve benzerliklerini göstermiş olmasına rağmen, araştırma verilerini içermemektedir. Dolayısıyla, kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşımı ve REACT stratejisini esas alan bu çalışma eğitimciler açısından faydalı ve



önemlidir. REACT stratejisi ile hazırlanmış ders planları ve öğretim materyalleri de bu stratejiyi sınıflarında kullanmak isteyen öğretmenlere veya öğretim elemanlarına örnek teşkil etmesi bakımından yararlı olacaktır.

Ülkemizde bağlam temelli yaklaşımla ilgili olarak yapılan çalışmaların sayısının azlığı bu çalışmayı önemli kıldığı gibi, buna ek olarak bağlam temelli yaklaşımla ilgili olarak yapılan deneysel (uygulamalı) çalışmalardan asit ve bazlar konusunun kavramsal açıdan ele alınmamış olması da bu çalışmayı önemli kılmaktadır. Bağlam temelli yaklaşımla araştırılan kimya konuları (Periyodik Tablo, kimyasal termodinamik, kimyasal bağlar, kimyasal reaksiyonlar, kimyasal kinetik, sitokiyometrik hesaplamalar ve gaz kanunları, su kalitesi (water quality), asit kirliliği, radyoaktivite, brom ve yaptığı bileşikler, elektrokimyasal piller, nanoteknoloji, maddenin halleri, ilaçlar ve enerji sistemleri, materyal kimyası, toksin projesi ve organik kimya) Tablo 3'te (s.19) verilmiştir. Araştırılan bu konular arasında günlük yaşamla belki de en iç içe ve bu sebeple bağlam açısından en zengin alt yapıya sahip olan asit ve bazlar konusunun bulunmaması, öğrencilerde bu konudaki mevcut alternatif kavramların giderilmesine katkıda bulunuyor olması bu çalışmayı ayrıca önemli kılmaktadır.

Çalışmanın örneklem grubunun öğretmen adayları olması gelecekteki öğretmenlerimizin doğru öğrendiğini doğru öğretmesi bakımından da oldukça anlamlıdır (Çalık, 2011; Demircioğlu, 2008; Kolomuç ve Çalık, 2012). Bu düşünceden yola çıkarak denilebilir ki öğretmen adaylarının mevcut yanlış bilgilerinin veya alternatif kavramlarının tespit edilerek yapılan uygulama ile giderilmesi ileride öğretecekleri kavramları doğru bir biçimde öğretmeleri bakımından yararlıdır. Öğretmen adayları yapılan uygulamalarla REACT stratejisi ve 5E modeli hakkında bilgi sahibi olmalarının yanı sıra, öğretmen adaylarının eğitim alanındaki reformlardan haberdar olmaları, ileride bu yaklaşımları kendi sınıflarında uygulamaları açısından da faydalı görülmektedir.

### **1.5. Araştırmanın Varsayımları**

Araştırmanın varsayımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) Uygulamalar süresince öğretmen adaylarının veri toplama araçlarına verdikleri cevaplarda birbirlerinden yardım almadıkları ve soruları samimi olarak cevaplandıkları varsayılmıştır.

- 2) Uygulamalardaki grup çalışmalarında gruptaki öğretmen adaylarının görevlerinin eşit dağıtıldığı ve her öğretmen adayının uygulamalara eşit düzeyde katılımının sağlandığı varsayılmıştır.

## 1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları aşağıdaki gibi maddeler halinde sıralanabilir:

- 1) Bu çalışma 2010-2011 akademik yılında Giresun Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
- 2) Bu araştırma asit-baz konusu ile sınırlıdır.
- 3) Bağlam temelli öğretim yaklaşımından REACT stratejisi tercih edilmiştir.
- 4) Yapılandırmacı öğrenme felsefesine yönelik farklı modellerin olmasına rağmen bunlardan 5E Modeli tercih edilmiştir.
- 5) REACT stratejisinde E (Experiencing - Tecrübe etme) – A (Applying- Uygulama) – C (Cooperating - İşbirliği) aşamaları döngüsel olarak kullanılabilmelerine rağmen bu çalışmada aşamaları isimdeki sıraya uygun olarak kullanılmıştır.

## 1.7. İlgili Literatür Taraması

Bu bölümde araştırmayla ilgili kavramlara yönelik yapılan literatür taramaları sunulmuştur.

### 1.7.1. Bağlam Temelli Yaklaşım ve İlgili Çalışmalar

Bağlam terim olarak Latince'de dokumak, örmek anlamına gelen “contexere” fiilinden gelmektedir. Bu fiilden türetilen bir isim olan “contextus” da uygunluk ve/veya ilişki anlamına gelmektedir. Böylece, “context” kavramının anlamı, kimya eğitiminde bağlamların kullanılmasıyla, öğrencilerin günlük yaşamdaki olayları açıklayabilmeleriyle ve konuyla ilişkili zihin haritaları oluşturmalarıyla tutarlıdır (Gilbert, 2006).

Bağlam temelli yaklaşım temelde “Bu konuyu neden öğrenmem gerekiyor” sorusuna cevap arar (Pilot ve Bulte, 2006). Aynı zamanda, bağlam temelli yaklaşım özellikle

üniversitede fen okumayacak öğrencilerin bilimsel okur yazar olabilmelerini sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir yaklaşımdır (Bennett vd., 2002, 2003; Glaser ve Carson, 2005; Graber vd., 2002; Lubben vd., 2005; Nentwig vd., 2002; Parchmann vd., 2006; Tinnesand, 2002). Kimyasal bilgiler öğrencilere günlük yaşamlarından aşına oldukları bağlamlarla ilişkilendirilerek sunulur ve böylece kimya onlar için daha ilgi çekici hale getirilmeye çalışılır (Bennett vd., 2002, 2005; Boström, 2008; Ramsden, 1992; Stolk vd., 2009a; Tinnesand, 2002; van Driel, 2005; Wu, 2003). Bu yaklaşım ayrıca kimyada zor anlaşılan ya da öğrenilmesi diğer kavramlara göre daha zor olan kavramları öğrenmeyi öğrenciler için kolaylaştırma gereksiniminden doğmuştur (Barker ve Millar, 1999, 2000; Bennett vd., 2005; Bulte vd., 2006; Demircioğlu vd., 2006, 2009; Markic ve Eilks, 2006; Potter ve Overton, 2006; Ramsden, 1997; Smith ve Bitner, 1993; Sutman ve Bruce, 1992; Wu, 2003). Bağlam temelli yaklaşım kimyaya karşı pozitif tutum geliştirmek ve aynı zamanda üniversitede kimya okumayı seçen öğrenci sayısını artırmak amacındadır (Bennett vd., 2002, 2003, 2005; Nentwig vd., 2002; Schwartz, 2006; van Driel, 2005). Ancak bu durum bağlam temelli yaklaşımın bütün sorunları bir çırpıda çözeceği anlamına gelmemekte, yalnızca sorunları çözmeyi kolaylaştırmaktadır (Campbell vd., 2000).

Bağlam temelli yaklaşımla ilgili yapılan literatür taramasının sonucunda erişilen çalışmaların yarısından fazlası bu yeni yaklaşımla birlikte yani kimyasal bilgilerin öğrencilere daha tanıdık bağlamlarda sunulmasıyla daha çekici ve ilginç hale geldiğine dikkat çekmişlerdir (Bennett ve Lubben, 2006). Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin çevrelerini algılamalarını etkilediğinden, yapılan çalışmaların 12 tanesi kimyasal kavramları veya konuları öğretmeyi kolaylaştırmak için etkili çözüm önerileri sunmayı amaçlamıştır (Tablo 3).

Kimya alanında bağlam temelli yaklaşımı konu alan çalışmalar Tablo 2’de verilmiştir. Çalışmaların teorik ve uygulamalı olarak ikiye ayrılmasının sebebi; bağlam temelli yaklaşım hakkında bilgi veren teorik çalışmaları, bağlam temelli yaklaşımın eğitim ortamında uygulamalarının ve sonuçlarının tartışıldığı deneysel çalışmalardan ayırmaktır.

Tablo 2. Kimya alanındaki bağlam temelli yaklaşım ile ilgili teorik ve uygulamalı çalışmalar

Çalışmaların Kronolojik Sırası	Teorik Çalışma	Uygulamalı (Deneysel) Çalışma
Ramsden (1992)		X
Sutman ve Bruce (1992)		X

Tablo 2'nin devamı

Smith ve Bitner (1993)		X
Campbell, Lazonby, Millar, Nicolson, Ramsden ve Waddington, (1994)	X	
Dlamini ve Lubben (1996)		X
Ramsden, (1997)		X
Barker ve Millar, (1999)		X
Barker ve Millar, (2000)		X
Campbell vd. (2000)		X
Hansman, (2001)	X	
Nentwig vd. (2002)		X
Bulte vd. (2002)		X
Bennett vd. (2002)	X	
Graber vd. (2002)	X	
Bulte vd. (2002)		X
Tinnesand (2002)	X	
Wu, (2003)		X
Bennett vd., (2003)	X	
Bulte vd., (2004)	X	
Belt vd., (2005)		X
Bennett vd., (2005)		X
Glaser ve Carson, (2005)		X
Lubben vd. (2005)	X	
Pilling ve Waddington, (2005)		X
Westbroek, Klaassen, Bulte ve Pilot, (2005)		X
van Driel, (2005)		X
Bennett ve Lubben, (2006)	X	
Bulte vd., (2006)		X
Demircioğlu vd., (2006)	X	
Hofstein ve Kesner, (2006)	X	
Gilbert, (2006)	X	
Markic ve Eilks, (2006)		X
Parchmann vd., (2006)		X
Pilot ve Bulte, (2006)	X	
Potter ve Overton (2006)		X
Schwartz, (2006)		X
Demircioğlu, (2008)		X
King, (2007)		X
King ve Ritchie (2007)		X
Sözbilir vd., (2007)	X	
King vd. (2008)		X
Boström, (2008)		X
O'Connor ve Hayden, (2008)		X
Apotheker, (2009)	X	
Demircioğlu vd., (2009)		X
Stolk vd., (2009a)	X	
Stolk vd., (2009b)	X	
Overton ve Bradley (2010)		X
Overton ve Potter (2011)		X
Gilbert, Bulte ve Pilot, (2011)	X	
King, Winner ve Ginns (2011)		X
Vos, Taconis, Jochems ve Pilot, (2011)		X
King, (2012)	X	

Yapılan çalışmalardan uygulamalı olanlar, yani deneysel olarak bir uygulamanın yapılmış olduğu çalışmalar, bu çalışmaların konuları, örneklem grubu, veri toplama araçları ve sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3’te sunulan uygulamalı çalışmalar 1992-2011 yılları arasındaki çalışmaları kapsamakta olup, toplam otuz dört çalışmaya değinilmiştir.

Tablo 3. Bağlam temelli yaklaşım ile ilgili yapılan uygulamalı (deneysel) çalışmalar

Çalışmaların Kronolojik Sırası	Çalışmanın Konusu	Örneklem	Veri Toplama Aracı	Sonuçlar
Ramsden (1992)	Salters derslerinin öğrenciler üzerindeki etkisini belirlemek ve cinsiyete göre bu etkilerin değişimini saptamak.	13-14 yaş grubu öğrenciler	Likert tipi test ve açık uçlu sorular	Salters dersleri öğrencilerin derse olan heyecan ve isteklerini artırır.
Sutman ve Bruce (1992)	ChemCom (Chemistry in the Community) programının etkililiğini değerlendirmek.	15-17 yaş grubu öğrenciler	Likert tipi test ve çoktan seçmeli sorular	Öğretmenlerin bağlam temelli yaklaşımın daha az başarılı öğrencilere uygun olmadığı düşüncesinin yersiz olduğu bulunmuştur.
Smith ve Bitner (1993)	Geleneksel yaklaşımın ve ChemCom’un uygulandığı sınıflar arasındaki başarı farklarını değerlendirmek.	11-16 yaş grubu öğrenciler	Çoktan seçmeli sorular	Geleneksel yaklaşım ve ChemCom yaklaşımının öğrencilerin muhakeme yeteneklerinin gelişmesinde bir fark yaratmadığı gözlenmiştir.
Dlamini ve Lubben (1996)	“Elektrik” ve “Hava ve Hayat” konularında bağlam temelli yaklaşımla öğretim yapmak.	9-13 yaş grubu öğrenciler	İki aşamalı sorular	Bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin fene/kimyaya olan tutumlarını pozitif yönde etkiler.
Ramsden (1997)	Element, bileşik, karışım, kütle korunumu, kimyasal değişim ve Periyodik Tablo konularını bağlam temelli yaklaşımla öğretmek.	16+ yaş grubu öğrenciler	İki aşamalı sorular	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım oldukça etkili olmasına rağmen kimyanın bazı alanları öğretim yaklaşımı ne olursa olsun yetersiz kavranmaktadır.

Tablo 3'ün devamı

Barker ve Millar (1999)	Kimyasal reaksiyonlar konusunu bağlam temelli yaklaşımla öğretmek.	16-18 yaş grubu öğrenciler	Mülakat ve açık uçlu sorular	Bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin kavramsal anlamalarına olumlu katkılarda bulunur.
Barker ve Millar (2000)	Kimyasal termodinamik ve kimyasal bağlar konusunu bağlam temelli yaklaşımla öğretmek.	16-18 yaş grubu öğrenciler	Mülakat ve açık uçlu sorular	Bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin kavramsal anlamalarına olumlu katkılarda bulunur.
Campbell vd. (2000)	Öğrencilerin çevrelerindeki olayları bilimsel açıdan yorumlama yeterliklerini araştırmak.	11-16 veya 18 yaş grubu öğrenciler	Açık uçlu sorular	Bağlam temelli yaklaşım olumlu yönlerine rağmen eğitimdeki sorunları bir çırpıda çözebilecek yapıda bir reform değildir. Çünkü öğrencilerin okuldışı yaşamları ve faaliyetleri ağır basmaktadır.
Bulte vd. (2002)	Öğrencilerin bağlamlar ve kavramlar arasında anlamlı ilişki kurabilme yeterliklerini araştırmak.	12-18 yaş grubu öğrenciler	Gözlem	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin kimyayı günlük yaşamla ilişkilendirmelerine olanak sağlar.
Nentwig vd. (2002)	Temel kimya kavramlarını tanıdık bağlamlarda öğretmek.	14-18 yaş grubu öğrenciler	Likert tipi test	Öğretmenlerin bağlam temelli yaklaşımın daha az başarılı öğrencilere uygun olmadığı düşüncesinin yersiz olduğu bulunmuştur.
Wu (2003)	Çevresel toksinler konusunu yaşam temelli deneyimlerle öğretmek.	11. sınıf öğrencileri	Gözlem	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin kimyayı günlük yaşam deneyimleriyle ilişkilendirmelerine olanak sağlar.
Belt vd. (2005)	Fizikokimyaya giriş dersini bağlam temelli yaklaşımla öğretmek.	Fen Fakültelerindeki Kimya bölümü öğrencileri	Gözlem ve açık uçlu sorular	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin motivasyonlarını artırır. Ayrıca öğrencilerin kimyayı günlük yaşamla ilişkilendirmelerine olanak sağlar.

Tablo 3'ün devamı

Bennett vd. (2005)	Geleneksel yaklaşımla ve bağlam temelli yaklaşımla öğretim yapılan sınıflardaki öğretmenlerin deneyimlerini ve görüşlerini karşılaştırmak.	Kimya öğretmenleri	Likert tipi test	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin motivasyonlarını artırır. Bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin kendilerini özgürce ifade etmelerine imkan verdiği gibi onların bireysel olarak çalışmalarını da olanaklı kılar ve böylece kendilerine güvenlerini de artırır.
Glaser ve Carson (2005)	Öğrencilere günlük hayattan haberler toplayarak onların kimya ile ilişkilendirilmesini yazdıkları bir portfolyo hazırlamak.	Fen Fakültelerindeki Kimya bölümü öğrencileri	Portfolyo	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin kimyayı günlük yaşamla ilişkilendirmelerine olanak sağlar.
Pilling ve Waddington (2005)	7 Avrupa ülkesinde bağlam temelli yaklaşım koordinatörlerinin bu yaklaşıma geçme sebepleri, uygulamaları ve karşılaştıkları güçlükler ve önerileri hakkındaki görüşlerini belirlemek.	7 Avrupa ülkesinin koordinatörleri	Mülakat ve açık uçlu sorular	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin motivasyonlarını artırır. Salters kitaplarının 7 Avrupa ülkesinde okutulması öğrenciler tarafından hevesle karşılandı ve olumlu sonuçlar bıraktı.
Westbroek vd. (2005)	“Çevremizdeki su yeterince temiz mi” sorusuyla yaratılan bağlamda su kalitesi (water quality) ünitesini bağlam temelli yaklaşımla öğretmek.	14-16 yaş grubu öğrenciler	Ses kayıtları, mülakatlar, çalışma yaprakları, başarı testi ve değerlendirme anketi kullanılmıştır.	İçeriği bağlama dayandırabilmek için kullanılan soru (çevremizdeki su yeterince temiz mi?) öğrencileri motive etmede başarılı olmamıştır. Bu sebeple bağlamı kurabilmek için başka yollar düşünülmelidir.
Van Driel (2005)	Kimya öğretmenlerinin bağlam temelli yaklaşımla hazırlanan yeni öğretim programı hakkındaki görüşlerini belirlemek.	Kimya öğretmenleri	Likert tipi test ve açık uçlu sorular	Öğretmenlerin en çok içeriğe ve öğrenci merkezli bir öğretime (kimya, teknoloji ve toplum başlığı altında) önem verdikleri anlaşılmıştır.

Tablo 3'ün devamı

Bulte vd. (2006)	Su kalitesi konusunu günlük yaşamdan örnekler bağlamında öğretmek.	15 yaş grubu öğrenciler	Mülakat, gözlem, çalışma yaprağı ve açık uçlu sorular	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin motivasyonlarını artırır. Ayrıca öğrencilerin kimyayı günlük yaşamla ilişkilendirmelerine olanak sağlar.
Markic ve Eilks (2006)	Modern Voltaik piller konusunu bağlam temelli yaklaşımla öğretmek.	9-13 yaş grubu öğrenciler	Mülakat, Likert tipi test ve açık uçlu sorular	Bağlam temelli yaklaşım öğrenci merkezli ve uygulanabilir bir yaklaşımdır.
Parchmann vd. (2006)	Öğretmenlerin fen eğitimcilerinin bağlam temelli yaklaşım hakkındaki deneyimlerini ve görüşlerini belirlemek.	Öğretmenler ve Fen eğitimcileri	Mülakat ve açık uçlu sorular	Öğretmenler bağlam temelli yaklaşımla ilgili öğretim program hazırlama fikrini sevmelerine rağmen bilimsel konuları hangi bağlamlara oturarak anlatacakları konusunda fikir üretmemişlerdir.
Potter ve Overton (2006)	Sporadaki kimya konusundaki kimyasal kavramları bağlam temelli yaklaşımla öğretmek.	Fen Fakültelerindeki Kimya bölümü öğrencileri	Açık uçlu sorular	Bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin kendilerini özgürce ifade etmelerine imkan verdiği gibi onların bireysel olarak çalışmalarını da olanaklı kılar ve böylece kendilerine güvenlerini de artırır.
Schwartz (2006)	Kimyanın günlük yaşamın bir parçası olduğu hakkındaki ve <i>Chemistry in Context</i> 'in uygulanmasıyla ilgili öğrenci görüşlerini almak.	12-18 yaş grubu ve üstü öğrenciler	Likert tipi test	<i>Chemistry in Context</i> uygulaması öğrencilerin kimyaya olan tutumlarında pozitif bir etki bırakmıştır.
Demircioğlu (2008)	Maddenin halleri konusunda hikayeler yardımıyla içeriğe dayalı yaklaşımı kullanmak.	Sınıf Öğretmeni Adayları	Mülakat, gözlem, Likert tipi test, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular	Hikaye anlatımı aracılığıyla kimya konuları günlük yaşamla ilişkilendirilebilir ve öğrenciler için daha anlamlı kılınabilir.



Tablo 3'ün devamı

King (2007)	Bağlam temelli yaklaşım hakkında öğretmen inançlarını ve sınırlılıklarını belirlemek.	Kimya öğretmenleri	Mülakat	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin kimyayı günlük yaşamla ilişkilendirmelerine olanak sağlar.
King ve Ritchie (2007)	Su ünitesini bağlam temelli yaklaşımla öğretmek.	11. sınıf öğrencileri (15 yaş grubu) ve Kimya öğretmenleri	Mülakat ve gözlem	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin kimyayı günlük yaşamla ilişkilendirmelerine olanak sağlar.
King vd. (2008)	Yükseltgenme-indirgenme, kimyasal denge, elektrokimya ve elektroliz konularını bağlam temelli yaklaşımla öğretmek ve geleneksel bir sınıfta yapılan öğretimle karşılaştırmak.	16 yaş grubu öğrenciler	Mülakat	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin motivasyonlarını artırır.
Boström (2008)	Bağlam temelli yaklaşımda öğretim aracı olarak hikayeleri kullanmak.	Kimya öğretmenleri ve 12-18 yaş grubu öğrenciler	Mülakat	Hikaye anlatımı aracılığıyla kimya konuları günlük yaşamla ilişkilendirilebilir ve öğrenciler için daha anlamlı kılınabilir.
O'Connor ve Hayden (2008)	Nanoteknoloji dersini bağlam temelli yaklaşımla öğretmek.	Nanoteknoloji dersi öğrencileri	Açık uçlu sorular	Kimya eğitiminde bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin kimyayı günlük yaşamla ilişkilendirmelerine olanak sağlar.
Apotheker (2009)	Chemie im Kontext'e uygun 5E yapısındaki materyali 20 okulda uygulamak ve sonuçlarını tartışmak.	Hollanda'daki 20 Okul	Toplantılarda yapılan tartışmalar	Bağlamlar öğrencileri derse karşı motive etmek için oldukça etkili bulunmasına rağmen öğretmen ve öğrencilerin bu yeni yaklaşıma adapte olabilmeleri için zamana ihtiyaçları vardır.
Demircioğlu vd. (2009)	Periyodik tablo konusunda hikayeler yardımıyla öğretmek.	9. sınıf öğrencileri	Likert tipi test	Bağlam temelli yaklaşım öğrencilerin fene/kimyaya olan tutumlarını pozitif yönde etkiler.

Tablo 3'ün devamı

Overton ve Bradley (2010)	Hem dilbilimsel hem de kültürel değişim gösteren uluslararası bir bağlamda iki aktivite geliştirmek ve değerlendirmek.	Fen Fakültelerindeki Kimya lisans ve yüksek lisans öğrencileri	Gözlem, Likert tipi test	Kullanılan aktiviteler kimya bağlamında öğrencilerin kültürel farkındalıklarını artırmıştır.
Overton ve Potter (2011)	Öğrencilerin açık uçlu bağlam temelli kimya sorularını nasıl çözdüğünü tespit etmek.	Fen Fakültelerindeki Kimya bölümü öğrencileri	Açık uçlu sorular, tutum anketi	Açık uçlu problem çözmek algoritmik problem çözmekten farklı bilişsel beceriler gerektirir. Öğrenciler bağlam temelli ve açık uçlu sorulara daha fazla motive oldular ve problem çözmeye karşı böylece daha pozitif bir tutum geliştirmiş oldular.
King, Winner ve Ginns (2011)	9.sınıf öğrencilerinin 11 hafta boyunca çevre bilimi dersini bağlam temelli yaklaşımla nasıl öğrendiklerini tespit etmek.	9.sınıf öğrencileri	Alan notları, sınıf dokümanları, öğrenci günlükleri ve mülakatlar (video ve ses kayıtları)	Öğrenciler dere bağlamı sayesinde hem konunun günlük yaşamla bağlantısını görmüş oldular hem de fen derslerinin gelmesini dört gözle beklemişlerdir. Bu yaklaşım "orta yıllarda" yeni kullanılmasına rağmen başarılı olmuştur.
Vos vd. (2011)	'Chemie im Kontext' (ChiK)'e uygun olarak materyalleri hazırlamak ve öğretmen deneyimlerini araştırmak.	Kimya öğretmenleri	Mülakatlar (video ve ses kayıtları), anketler ve gözlem	ChiK'e uygun olarak hazırlanan derslerde öğrencilerin sordukları sorulara göre gelecek dersleri planlamanın ve onları bağlam olarak kullanmanın uygulamada sıkıntılar yarattığı görülmüştür.

Yapılan literatür taraması sonucunda Tablo 3'ten de anlaşılacağı gibi bağlam temelli yaklaşımın kullanıldığı kimya konuları Periyodik Tablo (Bennett vd., 2006; Demircioğlu vd., 2009; Ramsden, 1997), kimyasal termodinamik (Barker ve Millar, 2000; Belt vd., 2005) ve kimyasal bağlar (Barker ve Millar, 2000; King ve Ritchie, 2007), kimyasal reaksiyonlar (Barker ve Millar, 1999; Ramsden, 1997), kimyasal kinetik (Belt vd., 2005), sitokiyometrik hesaplamalar (Boström, 2008; Ramsden, 1997) ve gaz kanunları (Boström,

2008), su kalitesi (Bulte vd., 2002, 2006; King ve Ritchie, 2007), asit kirliliği (Campbell ve Lubben, 2000), radyoaktivite (Campbell vd., 1994), brom ve yaptığı bileşikler (Hofstein ve Kesner, 2006), elektrokimyasal piller (Belt vd., 2005; King vd., 2008; Markic ve Eilks, 2006), nanoteknoloji (O'Connor ve Hayden, 2008), maddenin halleri (Demircioğlu, 2008), ilaçlar ve enerji sistemleri (Potter ve Overton, 2006), materyal kimyası (Potter ve Overton, 2006), Titan projesi ve “A dip in the dribble” projesi (Overton ve Bradley, 2010), toksin projesi (Wu, 2003), çevre bilimi (King vd., 2011) ve organik kimyadır (Bulte vd., 2002).

Tablo 3'e göre, yapılan çalışmaların örneklem grupları incelendiğinde, kimya/fen bilgisi öğretmen adaylarının örneklem grubu olarak tercih edilmemesi dikkat çekicidir. Öğretmen adaylarını örneklem grubu olarak kullanan tek çalışma Demircioğlu (2003)'na ait olan ve sınıf öğretmen adaylarının kullanıldığı çalışmadır. Diğer taraftan çalışmaların büyük bir çoğunluğu 11 ile 18 yaş grubu arasındaki öğrencilere yöneliktir (Campbell vd., 2000; Bulte vd., 2002). Kimya bölümü öğrencilerinin ve kimya öğretmenlerinin de örneklem grubu olarak sıkça kullanıldığı görülmektedir (Belt vd., 2005; Glaser ve Carson, 2005; van Driel, 2005).

Tablo 3'teki çalışmalar veri toplama araçları açısından değerlendirildiğinde ise, en fazla tercih edilen veri toplama araçlarının mülakat, açık uçlu sorular ile Likert tipi testlerin olduğu göze çarpmaktadır (örn: Ramsden, 1992; Barker ve Millar, 1999, 2000). Ancak öğrenci anlamasının tespitinde daha çok tercih edilen iki aşamalı soruların sadece iki çalışmada kullanıldığı görülmektedir (Dlamini ve Lubben, 1996; Ramsden, 1997). Ayrıca portfolyo gibi öğrenci çalışmalarını bir arada sunan önemli bir alternatif ölçme değerlendirme yöntemi ise sadece bir çalışmada kullanılmıştır (Glaser ve Carson, 2005). Bununla birlikte verilerin güvenilirliği açısından yapılan veri üçgenlemesi, yani üç ve daha fazla veri toplama aracının bir arada kullanılması sadece beş çalışmada tercih edilmiştir (Westbroek vd., 2005; Bulte vd., 2006; Markic ve Eilks, 2006; Demircioğlu, 2008; King vd., 2011).

Tablo 3'teki çalışmalar sonuçları açısından değerlendirildiğinde, çalışmaların büyük bir çoğunluğu öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının bağlam temelli yaklaşımla birlikte arttığı sonucuna ulaşmışlardır (Ramsden, 1992; Dlamini ve Lubben, 1996; Bennett vd., 2005; Bulte vd., 2006). Ayrıca bağlam temelli yaklaşımın uygulanabilir bir yaklaşım olmasının yanı sıra (Markic ve Eilks, 2006), öğrencilerin kavramsal anlamalarına (Barker ve Millar, 1999, 2000) ve kimyasal bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmelerine (Bulte vd., 2002; King ve Ritchie, 2007) olumlu yönde katkısı vardır. Ancak bağlam temelli

yaklaşımın öğrenci başarısına herhangi bir olumlu ya da olumsuz katkısının tespit edilmemiş olması dikkat çekicidir. Bunun yanı sıra geleneksel yöntemin ve bağlam temelli yaklaşım anlayışıyla oluşturulmuş ChemCom programının uygulandığı iki sınıf arasında öğrenci muhakeme yeteneklerinde bir farklılık olmaması (Smith ve Bitner, 1993), aynı şekilde çalışmaların bağlam temelli yaklaşımın kullanıldığı bir başka sınıfta öğrenci motivasyonlarının artmamış olması (Westbroek vd., 2005) bağlam temelli yaklaşımın da olumlu yönlerinin bulunmasına rağmen, eğitimde bir çırpıda değişiklik yaratmasının mümkün olmadığını göstermektedir (Campbell vd., 2000).

### 1.7.2. REACT Stratejisi ve İlgili Çalışmalar

Bağlam temelli yaklaşım esas alınarak geliştirilen bir strateji olan REACT stratejisi CORD (1999b), Souders (1999) ve Crawford (2001)'un yapmış oldukları çalışmalar aracılığıyla ilk kez tanıtılmış ve basamakları açıklanmıştır.

Tablo 4. REACT stratejisinin aşamaları (CORD, 1999b)

Relating	İlişkilendirme	Ön bilgi ve hayat tecrübeleriyle bağlam kurma
Experiencing	Tecrübe Etme	Yaparak, keşfederek veya icat ederek öğrenme
Applying	Uygulama	Kullanılacak kavramları ortaya koyarak öğrenme
Cooperating	İşbirliği	Başkalarıyla paylaşarak ve iletişim kurarak bağlam kurma
Transferring	Transfer Etme	Yeni bir içerikte veya alışılmamış durumda bilgiyi kullanma

- 1) İlişkilendirme (Relating):** İlişkilendirme basamağı REACT stratejisinin yapılandırmacı öğrenme kuramı ile en iç içe olduğu basamaktır. Çünkü öğretmenler bu basamakta yeni öğretecekleri konuyu veya kavramı öğrencilerin günlük hayattan aşına oldukları durumlarla/olaylarla veya ön bilgilerle ilişkilendirirler. İlişkilendirmeyi sağlayabilmek için hikayeler kullanılabilir. Bu ilişkilendirme ne kadar başarılı olursa öğrencilerin kavraması da o kadar kolay ve hızlı olur (Coştu, 2009). İlişkilendirme basamağında öğrencilerin ön bilgilerini ve inançlarını ortaya çıkarmak için izlenebilecek 3 yol vardır:

- **Deneyim:** Öğretmenin öğrencileriyle paylaşmış olduğu veya benzerlik gösteren geçmiş deneyimleri
- **Araştırma:** Öğrencilerin genellikle sahip olduğu yanlış kavramları yazılı kaynaklardan araştırmak
- **Soruşturma:** Öğrencilerin ön bilgi ve inançlarını ortaya çıkarmak amacıyla dikkatlice soru sormak (Crawford, 2001, s.5)

**2) Tecrübe Etme (Experiencing):** İlişkilendirme basamağının başarısı öğrencilerin sınıfa getirdikleri ön bilgilerin varlığına bağlıdır. Ancak öğrencilerin sınıf ortamına getirecekleri bir ön bilgileri yoksa o zaman öğretmenler laboratuvar etkinlikleri veya projeler sayesinde öğrenilmesi gereken bilgilerin yapılandırılmasını sağlayabilirler. Tecrübe etme basamağında kullanılacak diğer alternatif yöntemler (manipulatives) yani seçme, ekleme ve çıkarma yoluyla bilgilerin değiştirilebildiği araçların ve problem çözme etkinliklerinin kullanılmasıdır. Alternatifler öğrencilerin soyut kavramları somut bir şekilde modelleyebilecekleri araçlardır. Örneğin kimyasal bağların öğreniminde bağların çubuk, atomların da top olarak gösterildiği materyaller veya atom modelleri kimyada en çok kullanılan modellerdir. Alternatiflere bir diğer örnek de bilgisayar programları olabilir (Crocodile Chemistry, Crocodile Physics, Geometer's Sketchpad, vs.).

**3) Uygulama (Applying):** Uygulama basamağında kavramlar projeler, problem çözme etkinlikleri veya laboratuvarlar esnasında kullanılarak öğretilir. Bunun için günlük hayattan, gerçekçi, mantıklı ve öğrencilerin ilgisini çekebilecek olaylar, öğrencilerin kavramları kullanmalarını gerektiren ve anlamalarını sağlayan ortamlar yaratılmalıdır. Böylece öğrenciler kavramları öğrenmeye ve anlamaya motive olurlar.

**4) İşbirliği (Cooperating):** Problem çözme etkinlikleri veya günlük hayattan verilen gerçekçi senaryolar, öğrencilerin gruplar halinde beraber hareket etmelerini gerektiren karmaşık durumlar yaratabilir. Öğrenciler tek başlarına hareket ettiklerinde bir ders saati içinde çok büyük ilerlemeler kaydedemeyebilirler (Crawford, 2001). Ayrıca grup olarak bir projeye veya bir etkinliğe yöneldiklerinde kendilerine daha güvenli, daha motivasyonlu ve daha rahat çalışabilirler. Gruptaki herkesin bir misyonu olacağı için herkes görevini en iyi şekilde yapmaya çalışacaktır. Diğer gruplarla fikir alışverişinde bulunup

çalışmalarını tekrar gözden geçirebilirler. Grupla beraber çalışmak onlara başkalarının fikirlerine saygı göstermeyi öğreteceği gibi, birbirleriyle olan iletişimlerini de artıracaktır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus gruptaki herkesin görevinin belirlenmiş olması ve herkesin görevini yapmasının sağlanmasıdır. Aksi takdirde gruptaki bazı öğrenciler etkinlikle ilgilenirken bazıları etkinlikten tamamen kopmuş olabilir.

- 5) Transfer Etme (Transferring):** Transfer etme basamağında öğrencilerden sınıfta daha önceden karşılaşmamış oldukları durumlarda öğrendikleri yeni bilgileri kullanmaları beklenir. Yeni bilgileri anlayarak öğrenen öğrenciler transfer etmede daha başarılı olurlar. Öğrencilerden uygulama basamağında bilgiyi nasıl yeni durumlara uygulamaları bekleniyorsa, farklı durumlara transfer etmelerini beklemek de normaldir. Öğrencilere ilgi duydukları bir konuda tartışma yaptırarak veya proje ödevi vererek öğrendikleri bilgileri yeni karşılaştıkları durumlara transfer etmeleri sağlanabilir.

Bu basamaklar doğru bir şekilde ve doğru zamanda uygulanırsa bağlam temelli yaklaşımın REACT stratejisine uygun bir öğretim yapılmış olur. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta sınıfın belli bir kısmına hitap eden etkinliklerin değil sınıfın tamamını kapsayacak etkinliklerin veya güncel olay örneklerinin kullanılmasıdır. Örneğin asit yağmurlarının oluşum sebebi için fabrika bacasından çıkan gazları örnek vermek, yaşadığı yerde hiç fabrika olmayan bir öğrenci için anlamsız olacaktır.

Eğitim sisteminin temel hedeflerinden birisi de ezberci eğitimin önüne geçmek ve öğrencilerin öğrenme ortamlarına aktif katılmalarını sağlamaktır. REACT stratejisi de bu anlayışa dayanır. Bu strateji sayesinde öğrenciler bilimsel bilgileri ezberlemekten kurtulacak, bu bilgilerin günlük yaşamlarıyla ilişkisini öğrenecek ve farklı durumlarda bu bilimsel bilgileri kullanarak “bu bilgi ne işime yarayacak” düşüncesinden kurtulacaklardır (Ültay ve Çalık, 2011). Öğretmenler sınıflarında REACT stratejisini kullandıklarında, bütün öğrencilerin öğrenebilecekleri bir öğrenme ortamı yaratmış olurlar (Navarra, 2006). REACT stratejisi öğrenme ortamlarında ne kadar fazla kullanılırsa öğretim de o kadar bağlamsal olur (Coştu, 2009). Ayrıca REACT stratejisinin öğrenmeyi değişik bakış açılarıyla ele alan eğitim alanındaki diğer çalışmalarla beyin temelli öğrenme (Caine ve Caine, 1993), çoklu zeka kuramı (Gardner ve Hatch, 1989) ve öğrenme stilleri (Kolb, 1981) ile de uyumlu olduğu görülmektedir (Navarra, 2006; Souders, 1999).

REACT modelinin kullanıldığı deneysel çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır. Tablo 5’te bu çalışmaların özeti verilmiştir.

Tablo 5. REACT stratejisine yönelik yapılan çalışmalar

Çalışmaların Kronolojik Sırası	Çalışmanın Konusu	Örneklem	Veri Toplama Aracı	Sonuçlar
Coştu (2009)	Çalışmada oran-orantı konusunda REACT stratejisine dayalı materyal geliştirilmiş ve etkinliği araştırılmıştır.	6.sınıf öğrencileri	Mülakatlar, ders gözlemleri ve uygulama materyalleri kullanılmıştır.	Bu strateji öğrenme ortamını olumlu yönde farklılaştırmasına rağmen, REACT’ın genel anlamda yetersiz kaldığı ve bazı basamakların eklenmesi gerektiği anlaşılmıştır.
Saka (2011)	Çalışmada bağlam temelli yaklaşım, REACT stratejisi ve bilgisayar destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin başarısına, ilgisine ve tutumuna olan etkisi araştırılmıştır.	9. ve 10.sınıf öğrencileri	Başarı testi, mülakatlar ve uygulama materyalleri kullanılmıştır.	Fizik konularının günlük yaşamla ilişkilendirilmesi öğrencilerin fizik dersi başarılarını artırmıştır.
Ültay (2012)	Çalışmada itme momentum konusunda REACT stratejisinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına olan etkisi araştırılmıştır.	Fen bilgisi öğretmen adayları	Kavram testi ve uygulama materyalleri kullanılmıştır.	REACT stratejisinin uygulandığı sınıftaki öğrencilerin kavramsal anlaması kontrol grubuna oranla daha yüksektir.

CORD (Center for Occupational Research and Development) organizasyonu, 1999 bağlamsal öğrenme ve öğretme konusunda projeler geliştirmiş olup, REACT stratejisinden de ilk bahseden gruptur. Biyoloji, biyoloji/kimya ve teknoloji alanlarında örnek materyaller sunulmuştur. Souders (1999) CORD organizasyonunun başkan yardımcısıdır. Çalışmasında bağlamsal öğrenme ve öğretme modelinden sonra REACT stratejisini tanıtmıştır. Crawford (2001) da CORD grubu üyelerinden olup çalışmasında REACT stratejisini tanıtmış ve her basamak için örnekler vermiştir. Örnekler özellikle matematik alanında orantı konusuna odaklıdır. Coştu (2009) da Crawford gibi oran-orantı konusunda REACT materyallerini sınıf ortamında 6.sınıf öğrencilerine uygulamıştır. Ültay ve Çalık (2011) ise REACT stratejisi ile 5E modelinin benzer ve farklı yönlerini örnek materyaller üzerinde göstermiş olup, araştırmada uygulama verileri kullanmamışlardır. Saka (2011) ise

fizik öğretiminde bağlam temelli yaklaşım, REACT stratejisi ve bilgisayar destekli öğretime uygun olarak hazırlanmış materyallerini 9. ve 10. Sınıf öğrencilerine uygulamış ve öğrencilerin akademik başarılarının yanı sıra tutumlarının da olumlu yönde geliştiği sonucuna ulaşmıştır. Ültay (2012) ise yine fizik eğitiminde itme ve momentum konusunu REACT stratejisi kullanarak öğrencilere aktarmış ve öğrencilerin kavramsal anlamalarının kontrol grubuna oranla daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Tablo 5'ten görüldüğü gibi REACT stratejisinin uygulamalı olarak öğrenme ortamlarında denendiği çalışmalar matematik eğitiminde (Coştu, 2009) ve fizik eğitiminde (Saka, 2011; Ültay, 2012) mevcuttur. Bu sebeple REACT stratejisinin kimya eğitiminde kullanıldığı bir çalışma tek örnek olması bakımından emsal teşkil edecek niteliktedir.

### **1.7.3. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı**

Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre öğrenci yeni kazandığı bilgileri mevcut bilgileriyle karşılaştırıp yorumlar, ön bilgileriyle yeni bilgileri arasında anlamlı bağlantılar kurabilirse öğrenme gerçekleşmiş olur (Ayas vd., 2007; Driver, Guesne ve Tiberghien, 1985; URL – 2, 1998). Ausubel, bu anlamlı bağlantıların kurulabilmesine yardımcı olan mevcut bilgilerin yeni bilgileri öğrenmeye hazır hale getirilmesini amaçlayan “ön düzenleyiciler” (advance organizers)’in kullanılmasını önermiştir. Ön düzenleyiciler öğrencinin dikkatini yeni konuya çekmek ve öğrencinin mevcut bilgi birikiminin yeni bilgilerle ilişkili olduğu kısımları hatırlatmak amacıyla kullanılır (Ayas vd., 2007, URL – 2, 1998).

Yapılandırmacı öğrenme kuramında öğrenciler bilgiyi yaparak yaşayarak kendi zihinlerinde yapılandırabilmekte ve bu bilgilerin günlük yaşamla ilişkisini kurabilmektedirler (Aktamış, Ergin ve Akpınar, 2002; Colburn, 2000; Saka, 2006). Yapılandırmacı öğrenme kuramının eğitim-öğretimde olumlu etkileri görüldükçe popülerliği artmış ve bu yaklaşımın uygulamaları olan çeşitli modeller eğitim araştırmalarında oldukça fazla kullanılmaktadır (4E, 5E, 7E ve öğrenme halkası) (Ayas vd., 2007; Çalık, 2006). Yapılandırmacı öğrenme kuramının en yaygın kullanılan öğretim modeli Bybee tarafından geliştirilen 5E modeli olmuştur (Krantz ve Barrow, 2006; Saka, 2006; URL – 7, 2001). Buna ek olarak eğitim araştırmacıları 5E modelini çeşitli öğretim teknik ve yöntemleriyle birlikte kullanarak literatüre alternatif öğretim materyalleri, diğer



bir deyişle zenginleştirilmiş 5E modeline göre hazırlanmış öğretim materyalleri sunmuşlardır (Gold, 2001; Saka, 2006; Şahin, 2010; Wilder ve Shuttleworth, 2005).

#### 1.7.4. 5E Modeli ve İlgili Çalışmalar

1980lerin sonuna doğru Bybee tarafından geliştirilen 5E modeli adını her bir basamağın ilk harfinden almıştır: **e**nter/**e**ngage-girme, **e**xploration-keşfetme, **e**xplanation-açıklama, **e**laboration-derinleşme ve **e**valuation-değerlendirme (Saka, 2006; URL – 7, 2001). 5E modeline göre her bir basamağın ayrı görevleri olduğu gibi bu basamaklar arasında anlamlı bir sıra vardır. Bu sıra bilgilerin anlamlı öğrenilmesine ve öğretimin de mantıklı bir sıra içerisinde ilerlemesine yardımcı olur (Bybee, Taylor, Gardner, van Scotter, Powell, Westbrook ve Landes, 2006).

5E modelinin birinci aşaması girme (enter/engage) aşaması olup, öğrencilerin ilgilerini çekmeyi ve onların ön bilgilerini ortaya çıkarmayı kapsar. Bu aşamada öğrencilerin motivasyonunu sağlamak için eğlendirici ve merak uyandırıcı bir girişle derse başlanır ve öğrencilere çeşitli sorular sorulur. İkinci basamak keşfetme (explore) aşamasıdır. Bu aşamada öğrenciler birlikte çalışarak sorunu çözmek için çözüm yolları üretirler. Üçüncü aşama açıklama (explain) aşaması olup, öğretmen öğrencilerin yanlış veya yetersiz olan ön bilgilerini bilimsel olanlarıyla değiştirmelerine yardımcı olacak açıklamalarda bulunur. Dördüncü aşama ise derinleşme (elaborate) aşamasıdır ve bu aşamada öğrenciler kazandıkları bilgileri yeni durumlara ve problemlere uygularlar. Son aşama değerlendirme (evaluate) aşaması olup, bu aşamada öğrenciler yeni öğrendikleri bilgileri ve becerileri değerlendirerek bir sonuca ulaşırlar (Ayas vd., 2007; Çalık, 2006).

5E modelinin kimya eğitiminde kullanıldığı çalışmalar 2003-2012 yılları arasında olup toplam 12 çalışma Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. 5E modelinin kimya eğitiminde kullanıldığı çalışmalar

Çalışmaların Kronolojik Sırası	Çalışmanın Konusu	Örnekleme	Veri Toplama Aracı	Sonuçlar
Demircioğlu (2003)	Asit ve bazlar konusunda rehber materyaller geliştirilip uygulanarak sonuçları değerlendirilmiştir.	10.sınıf öğrencileri	Kavram başarı testi, bilimsel işlem beceri testi, anket ve mülakatlar kullanılmıştır.	Çalışmanın sonucunda 5E öğrenme döngüsünün geleneksel yöntemle göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6'nın devamı

Kılavuz (2005)	5E öğrenme döngüsü modelinin onuncu sınıf öğrencilerinin asit ve bazlarla ilgili kavramları anlamalarına etkisi geleneksel yöntem ile karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda, öğretim yönteminin öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarına etkisi de araştırılmıştır.	10.sınıf öğrencileri	Başarı testi, tutum ölçeği ve bilimsel işlem beceri testi kullanılmıştır.	Yapılandırıcı yaklaşım teorisine dayalı 5E öğrenme döngüsü modelinin asit-bazlarla ilgili kavramların anlaşılmasında daha etkilidir.
Yaman, Demircioğlu ve Ayas, (2006)	Asit ve bazlar konusunda yapılandırıcı öğrenme kuramına dayalı 5E modeline uygun etkinlikler geliştirilip uygulama sürecindeki etkililikleri araştırılmıştır.	10. sınıf öğrencileri	Kavram başarı testi ve mülakat kullanılmıştır.	5E modeline dayalı etkinliklerin kullanıldığı sınıftaki öğrenciler daha başarılı bulunmuştur.
Ekici (2007)	5E modeli ile hazırlanan materyallerin yükseltgenme-indirgenme ve elektrokimya konularını öğrenmeye etkisi araştırılmıştır.	Lise 3. Sınıf öğrencileri	Ön bilgi testi, mantıksal düşünme grup testi, bilimsel işlem beceri testi, kavram testi ve tutum testi ve mülakat kullanılmıştır.	5E öğrenme döngüsüne göre hazırlanan ders materyalinin geleneksel yaklaşıma göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Erşahan (2007)	Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre kazanımlarının kazandırılmasında video filmler ile desteklenen 5E öğretim yöntemi ve Rol Oynama öğretim yöntemini karşılaştırarak hangisinin daha etkili olduğu araştırılmıştır.	6. sınıf öğrencileri	Bilim okuryazarlığı testi, teknolojiye karşı tutum ve algılama ölçeği kullanılmıştır.	Video destekli 5E modeli ile yapılan öğretimin rol oynama yöntemi ile yapılan öğretime göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Her iki yöntem öğrencilerin teknolojiye karşı tutumlarında anlamlı bir farklılığa yol açmamıştır.
Ceylan (2008)	5E öğrenme modeline dayalı öğretim yönteminin 10. sınıf öğrencilerinin maddenin yoğun fazları ve çözünürlük konularındaki kavramları anlamalarına, kimyaya karşı tutumlarına, kimya dersindeki motivasyonlarına, ve öğrenme stratejilerine etkisini geleneksel kimya öğretim yöntemi ile karşılaştırarak incelemektir.	10.sınıf öğrencileri	Maddenin yoğun fazları ve çözünürlük testi, kimya tutum ölçeği, öğrenmede güdüsel stratejiler anketi kullanılmıştır.	5E öğrenme modeli kullanılan öğrencilerin, maddenin yoğun fazları ve çözünürlük kavramlarını, geleneksel kimya anlatımı kullanılan gruba göre daha iyi anladıkları tespit edilmiştir.

Tablo 6'nın devamı

Pabuçcu (2008)	5E öğrenme döngüsü modelinin, 11. Sınıf öğrencilerinin asit-baz kavramlarını anlamalarına olan etkisi geleneksel yöntem ile karşılaştırılarak incelenmiştir.	11.sınıf öğrencileri	Kavram testi, tutum ölçeği, bilimsel işlem beceri testi ve bilimin doğası hakkındaki görüşler anketi kullanılmıştır.	5E Modeli kullanılarak uygulanan öğretim yönteminin, asit-baz kavramlarının anlaşılmasında geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu görülmüştür.
Sevinç (2008)	Öğrencilerin organik kimya laboratuvarı dersindeki, kavramsal anlamalarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve tutumlarına 5E öğretim modelinin etkisi, doğrulama türü laboratuvar yöntemiyle karşılaştırılarak incelenmiştir.	Kimya eğitimi 3.sınıf öğrencileri	Ön bilgi testi, bilimsel süreç beceri testi, kavram testi ve tutum testi kullanılmıştır.	Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde, uygulanan 5E öğretim modelinin, doğrulama türü laboratuvar yöntemine kıyasla daha etkili olduğu da gözlenmiştir. Çalışmada olumlu bir tutum değişimi gözlenmemiştir.
Ziyafet (2008)	Fen ve teknoloji dersinde Periyodik Çizelgenin öğretiminde 5E modelinin öğrenci tutum ve başarısına etkisi araştırılmıştır.	7.sınıf öğrencileri	Başarı testi ve tutum testi kullanılmıştır.	5E modeli ile yapılan öğretimin geleneksel yolla yapılan öğretime göre öğrenci tutumlarında pozitif bir etkisi bulunmuştur.
Kolomuç (2009)	11. sınıf kimya öğretim programında yer alan "Kimyasal Reaksiyonların Hızları" ünitesindeki alternatif kavramlar belirlenerek, 5E modeli doğrultusunda animasyon destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisini geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırılmıştır.	11.sınıf öğrencileri	Kavram testi ve yarı yapılandırılmış mülakatlar kullanılmıştır.	Uygulanan materyaller öğrencilerin alternatif kavramlarını değiştirmekte etkili olmakla kalmayıp aynı zamanda yeni bilgiler kazandırmış ve bu bilgilerin kalıcı olmasını da sağlamıştır.
Şahin ve Çepni (2012)	Zenginleştirilmiş 5E modeline dayalı geliştirilen öğretim materyalinin öğrencilerin gaz basıncı kavramı ile ilgili kavramsal yapılarının farklılaşmasına etkisini incelemektir.	8.sınıf öğrencileri	İki aşamalı kavram testi kullanılmıştır.	Materyaller kavramsal yapılarıdaki farklılaşmayı sağlarken kavram yanlışlarının önemli bir oranda giderilmesinde etkili olduğu ve bu farklılaşmanın kalıcı olmasını sağladığı bulunmuştur.
Toprak ve Çelikler (2012)	Laboratuvar ortamında 3E, 5E öğrenme halkası ve geleneksel öğretim yönteminin, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkileri incelenmiştir.	Fen Bilgisi Öğretmen adayları	Bilimsel Süreç Beceri Testi	Öğretmen adayları için 10 haftalık laboratuvar uygulama süresi bilimsel süreç becerilerinin gelişebilmesi için yeterli olmamıştır.

Tablo 6’da asit ve bazlar konusunda 5E modelinin kullanılmış olduğu çalışmalar örneklem, veri toplama araçları ve sonuçlarına göre verilmişlerdir. Buna göre çalışmaların büyük bir çoğunluğu lise öğrencileriyle beraber yürütülmüş olup (örn: Kılavuz, 2005; Yaman vd., 2006), Erşahan (2007) 6.sınıf öğrencileri ile Ziyafet (2008) ise 7.sınıf öğrencileriyle çalışmıştır. Townsend ve Bunton (2006) ise çalışmasında 5.sınıf öğrencileriyle işlemiş olduğu dersi ve basamaklarını anlatmıştır. Bununla beraber, kimya öğretmen adaylarıyla yürütülen tek çalışma Sevinç (2008)’dir. Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yürütülmüş olan herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmadığı gibi asit ve bazlar konusunda 5E modeli ile REACT stratejisini karşılaştıran bir çalışma da bulunmamıştır. Bu sebeple fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yürütülen ve 5E modeli ile REACT stratejisini karşılaştıran böyle bir çalışma literatürdeki bu eksikliği de kapatmış olacaktır.

Tablo 6’daki çalışmalar veri toplama araçları bakımından göz önünde bulundurulduğunda ise, kavram başarı testi veya kavram testinin sıkça kullanılmış olduğu görülmektedir (Demircioğlu, 2003; Yaman vd., 2006; Ekici, 2007; Pabuçcu, 2008). Bunun yanı sıra kimyaya karşı olan tutumu ölçmek amacıyla tutum anketi de oldukça sık tercih edilen bir veri toplama aracı olmuştur (örn: Ceylan, 2008; Erşahan, 2007; Sevinç, 2008). Çalışmaların büyük bir kısmında üç ve daha fazla veri toplama aracı kullanıldığından veri üçgenlemesine ve çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarının güvenilirliğine oldukça dikkat edildiği söylenebilir (Ceylan, 2008; Erşahan, 2007; Sevinç, 2008).

Çalışmalar sonuçları açısından değerlendirildiğinde, çalışmaların tamamında 5E modelinin asit ve bazlar konusunun öğretiminde mevcut öğretim yöntemine kıyasla daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca 5E modelinin öğrencilerin kimyaya karşı olan tutumları üzerinde pozitif etkisi olduğuna dair sonuçlar elde edilmiştir (Erşahan, 2007; Ziyafet, 2008).

Yapılandırmacı öğrenme kuramının en yaygın kullanılan modeli olan 5E modeli, bağlam temelli yaklaşımın REACT stratejisi ile benzerlikler ve farklılıklar göstermektedir. Bu benzerlik ve farklılıklar Tablo 7’de anlam çözümleme tablosu şeklinde özetlenmiştir.

Tablo 7. REACT stratejisi ile 5E modelinin benzer ve farklı yönleri (Ültay ve Çalık, 2011)

Özellik	REACT Stratejisi	5E Modeli
5 aşamadan oluşur.	✓	✓
Birinci basamağında öğrencinin dikkati konuya çekilir.	✓	✓

Tablo 7'nin devamı

Birinci basamakta öğrencinin ilgisini çekmek için günlük yaşamdan bağlamlar sunulur ve konu seçilen bağlam dahilinde öğretilmeye çalışılır.	✓	☑
Birinci basamakta öğrencilerin ön bilgilerinin farkına varması sağlanır.	✓	✓
Birinci basamakta öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarabilmek için deneyim, araştırma ve soruşturma yöntemlerinden faydalanılabilir.	✓	☑
Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgisi yoksa soyut kavramları somut bir şekilde modelleyebilecekleri modeller veya bilgisayar programları kullanılabilir.	✓	☑
İkinci basamak öğrencilerin kendi bilgilerini denedikleri, gözlem yaptıkları, deneyim kazandıkları ve bilgiyi keşfettikleri aşamadır.	✓	✓
Üçüncü basamakta öğrencilere öğretmen tarafından konu hakkında açıklamalar yapılır.	×	✓
Üçüncü basamakta öğrencilerin öğrendikleri kavramları kullanabilecekleri projeler, problem çözme etkinlikleri ve laboratuvarlar kullanılabilir.	✓	×
Dördüncü aşamada öğrenilen bilgiler diğer disiplinlerle ilişkilendirilerek yeni durumlara uygulanır.	×	✓
Dördüncü aşamada öğrencilerin gruplar halinde problem çözme etkinlikleri veya günlük hayattan verilen gerçekçi senaryolar üzerinde beraber çalışırlar.	✓	×
Beşinci aşamada öğrenciler diğer dört aşamadaki bilgilerini değerlendirerek, bilginin farkına varırlar.	×	✓
Beşinci aşamada öğrencilerden sınıfta daha önceden karşılaşmamış oldukları durumlara öğrendikleri yeni bilgileri transfer etmeleri beklenir.	✓	☑
Basamakları arasında döngüsel bir değişim olabilir.	✓	×
Her basamakta, kullanılan materyallerin veya örneklerin konunun başında seçilen bağlamla ilişkilendirilmesi gerekmektedir.	✓	×
✓: özelliği gösterir. ×: özelliği göstermez. ☑: özelliği göstermesi veya göstermemesi şart değildir.		

Tablo 7'den de görüldüğü gibi aslında birbirine çok benzediği sanılan 5E modeli ve REACT stratejisi 5 aşamalı olmaktan başka fazla bir benzerlik taşımamaktadır. Basamak içerikleri zaman zaman benzerlikler gösterse de (birinci ve ikinci basamak gibi) temelde çok önemli bir farklılık vardır. 5E modeli teorik olarak geliştirilmiş bir model olmasına rağmen (Bybee vd., 2006) REACT stratejisi öğretim yöntemlerinin asıl kullanıcıları olan öğretmenler tarafından onların deneyimleri ve fikirleri esas alınarak geliştirilmiştir

(CORD, 1999a). REACT stratejisinde kullanılan tüm materyaller ve verilen örnekler bağlamla ilişkilendirilmek durumundadır. Ancak 5E modelinde her basamakta farklı örnekler kullanılabilir. Ayrıca 5E modelinde açıklama basamağında öğretmenin aktifliği ön planda olmakla birlikte öğrenciyi de aktif konuma getirebilirken, REACT'ın hiçbir basamağında öğretmenin aktif olduğu bir durum söz konusu değildir.

### 1.7.5. Asit ve Bazlar Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Asit ve bazlar konusu ile ilgili yapılmış çalışmalar Tablo 8'te verilmiştir. Tablo 8'de ele alınan çalışmalar 1989-2012 yılları arasında olup toplam 37 çalışmayı içermektedir.

Tablo 8. Asit ve bazlar konusu ile ilgili yapılmış çalışmalar

Çalışmaların Kronolojik Sırası	Çalışmanın Konusu	Örneklem	Veri Toplama Aracı	Sonuçlar
Hand (1989)	10. sınıf öğrencileriyle 2 yıl süren bir araştırma yapılmış ve kimya, biyoloji ve fen öğrencilerinin asit-baz kavramlarını anlamaları belirlenmeye çalışılmıştır.	10. sınıf öğrencileri	Yarı yapılandırılmış mülakat ve kavram testi kullanılmıştır.	Öğrencilerin asidin kuvvetliliği ile konsantrasyonu arasındaki farkı anladıkları bulunmuş. Ayrıca kimya öğrencilerinin en başarılı grup olduğu bulunmuştur.
Botton (1995)	Öğrencilerden grupça asit-baz konusuyla ilgili bir kavram haritası hazırlamaları istenir.	9.sınıf öğrencileri	Kavram haritası kullanılmıştır.	Öğrenciler kavram haritası ölçme yöntemini daha güvenli bulmuşlardır. Derse karşı olan tutumları pozitif yönde değişmiştir.
Bradley ve Mosimege (1998)	Doğa bilimleri ve ortaöğretim öğretmenliği öğrencilerinin asit-baz konusundaki alternatif kavramları araştırılmıştır.	Üniversite öğrencileri	12 çoktan seçmeli 8 tartışma sorusundan oluşan bir test kullanılmıştır.	Öğretmen adaylarının doğa bilimleri öğrencilerine göre daha fazla alternatif kavrama sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.
Toplis (1998)	8.sınıf öğrencilerinin asit-baz hakkındaki fikirleri, kavramları ve alternatif kavramları pratik çalışmalar yapılmadan önce ve sonra araştırılmıştır.	8.sınıf öğrencileri	Mülakat ve gözlem kullanılmıştır.	Pratik çalışmalarla birlikte öğrencilerin indikatör bilgileri gelişirken, asit, baz kavramları sorun olmaya devam etmektedir.

Tablo 8'in devamı

Wilson (1998)	Asit ve bazlar konusundaki kavramsal bilgilerin gösterimleri üç farklı seviyedeki öğrenciler için araştırılmıştır.	12.sınıf öğrencileri, kimya bölümü öğrencileri, mezunları ve yüksek lisans ve doktora öğrencileri	Kavram haritası kullanılmıştır.	Öğrencilerin seviyesi arttıkça bilgilerin organizasyonu ve ayırım yapılması artmıştır.
Sisovic ve Bojovic (2000)	İşbirlikçi öğrenme yoluyla asit ve baz kavramları öğretilmiş ve etkinliğine bakılmıştır.	9.sınıf öğrencileri	Çalışma yaprakları, deney raporları, ev ödevleri ve kısa sınav (quiz) kullanılmıştır.	İşbirlikçi öğrenme yönteminin kullanıldığı gruptaki öğrenciler daha başarılı bulunmuştur.
Oversby (2000)	Öğrencilerin asitlik ve pH kavramlarının karıştırmalarının sebepleri ve muhtemel çözümler araştırılmıştır.	7.sınıf öğrencileri	Gözlemler yapılmıştır.	Öğrencilerin asitlik ve pH kavramlarını birbirine karıştırdığı hatta kuvvetli bir asidin zayıf asidik bir çözelti meydana getirip getirmeyeceğini bilmedikleri ortaya çıkmıştır. Çeşitli çözüm yolları önerilmiştir.
Üce ve Sarıçayır (2002)	Kavramsal değişim metinleri ve kavram haritalarının asit baz konusundaki öğrenci başarılarına ve genel kimya dersine olan tutumlarına olan etkisi incelenmiştir.	Sınıf öğretmenliği 1.sınıf öğrencileri	Kavram başarı tutum testi, mantıksal düşünme yeteneği testi kullanılmıştır.	Kavramsal değişim metinleri ve kavram haritalarının asit baz konusu ile ilgili bilimsel kavramların anlaşılmasında daha etkili olduğu, fakat kimya dersine karşı olan tutumlarında etkisi olmadığı bulunmuştur.
Cho (2002)	Hizmet içi eğitimin öğretmenlerin STS yaklaşımına olan farkındalıklarına etkisi araştırılmıştır.	Fen öğretmenleri	Fen eğitimi reform envanteri ve yapılandırmacı öğrenme ortamı anketi kullanılmıştır.	Hizmet içi eğitimin öğretmenlerin STS yaklaşımına olan farkındalıklarını pozitif yönde etkilediği bulunmuştur.
Demircioğlu (2003)	Öğrencilerin asitler ve bazlar konusundaki ön bilgileri, alternatif kavramları tespit edilmiş ve bunları gidermek için rehber materyaller geliştirilip uygulanarak sonuçları değerlendirilmiştir.	10.sınıf öğrencileri	Kavram başarı testi, bilimsel işlem beceri testi, anket ve mülakatlar kullanılmıştır.	Çalışmanın sonucunda 5E öğrenme döngüsünün geleneksel yöntemle göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 8'in devamı

Erduran (2003)	Asit-baz konusundaki öğrenci ve öğretmen bilgilerinin hangi noktalarda uyumadığı araştırılmıştır.	7.sınıf öğrencileri	Gözlemler için video kaydı kullanılmıştır	Asit-baz konusundaki öğretmenin bilgilerinin kitaplara dayandığı öğrencilerin bilgilerinin ise direkt deneysel tecrübelerine dayandığı belirlenmiştir.
Özmen (2003)	Kimya öğretmeni adaylarının asit baz kavramlarını günlük hayatla ilişkilendirebilme düzeyleri incelenmiştir.	Kimya öğretmenliği tezsiz yüksek lisans öğrencileri	Açık uçlu sorulardan oluşan bir test uygulanmıştır.	Öğrencilerin asit-baz kavramları ile ilgili bilgileri gündelik hayatta karşılaştıkları asit-baz olaylarını açıklamada istenen düzeyde kullanamadıkları bulunmuştur.
Canpolat vd. (2004)	Elektrokimya, asit-baz ve maddenin tanecikli yapısı hakkındaki alternatif kavramları alternatif taraması yapılarak tespit edilmiştir.	-	Literatür taraması yapılmıştır.	Elektrokimya, asit-baz ve maddenin tanecikli yapısı hakkındaki alternatif kavramları tespit edilmiştir.
Demircioğlu vd. (2004)	Asit-baz konusundaki alternatif kavramları tespit edilmiştir.	10.sınıf öğrencileri	5 açık uçlu, 14 çoktan seçmeli ve 6 hem çoktan seçmeli hem de yazma gerektiren 25 soruluk bir test kullanılmıştır.	Öğrencilerin konu ile ilgili yeterli anlamaya sahip olmadıkları ve asit herşeye zarar verir ve asit içerisine su döktüğümüzde tuz oluşur alternatif kavramına sahip oldukları belirlenmiştir.
Morgil, Yavuz, Oskay ve Arda, (2005)	Çalışmada bilgisayar destekli öğretimin asit baz konusunu öğrenmeye olan etkisi geleneksel yöntemle karşılaştırılarak incelenmiştir.	Kimya eğitimi öğrencileri	Tutum ölçeği, kimya başarı testi, bilgisayar yazılımı, öğrenme stilleri envanteri ve Purdue rotasyon-oryantasyon testi kullanılmıştır.	Deney grubunun test sonuçları kontrol grubundan anlamlı derecede farklıdır.
Feng ve Tuan (2005)	ARCS (Attention, Relevance, Confidence ve Satisfaction) modelinin öğrencilerin asit-baz konusunu öğrenmelerine, motivasyonlarına ve başarılarına olan etkisi araştırılmıştır.	11.sınıf öğrencileri	Motivasyon anketi, mülakat ve başarı testi kullanılmıştır.	ARCS modelinin öğrenci motivasyonunu ve başarısını pozitif yönde etkilediği bulunmuştur.



Tablo 8'in devamı

Kılavuz (2005)	5E öğrenme döngüsü modelinin onuncu sınıf öğrencilerinin asit ve bazlarla ilgili kavramları anlamalarına etkisi geleneksel yöntem ile karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda, öğretim yönteminin öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarına etkisi de araştırılmıştır.	10.sınıf öğrencileri	Başarı testi, tutum ölçeği ve bilimsel işlem beceri testi kullanılmıştır.	Yapılandırıcı yaklaşım teorisine dayalı 5E öğrenme döngüsü modelinin asit-bazlarla ilgili kavramların anlaşılmasında daha etkilidir.
Çetingül ve Geban (2005)	Öğrencilerde asit baz konusunun anlaşılması için kavramsal değişim metinlerini ve analogilerin etkisi araştırılmıştır.	10.sınıf öğrencileri	Alternatif kavram testi kullanılmıştır.	Kavramsal değişim metotlarının uygulandığı sınıflardaki öğrenci performansı geleneksel sınıftaki öğrenci performansına göre daha iyidir.
Kıyıcı ve Yumuşak (2005)	Fen bilgisi laboratuvarı dersinde asit-baz ve titrasyon konusunda bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi araştırılmıştır.	Sınıf öğretmeni 2.sınıf öğrencileri	Başarı testi kullanılmıştır.	Araştırmanın sonucunda bilgisayar destekli öğretimin yapıldığı sınıftaki öğrenci kazanımlarının geleneksel olana orana daha fazla olduğu tespit edilmiştir.
Özmen ve Yıldırım (2005)	Çalışma yapraklarının öğrenci başarısına olan etkisi asit ve bazlar konusunda araştırılmıştır.	10.sınıf öğrencileri	Başarı testi kullanılmıştır.	Çalışma yapraklarının kullanıldığı sınıftaki öğrenci başarısı daha yüksek çıkmıştır.
Bozkurt, Aydın, Yaman, Uşak ve Gezer (2005)	Öğrencilerin sera gazları, ozon tabakası ve asit yağmuru hakkındaki bilgileri araştırılmıştır.	6. 7. Ve 8. Sınıflar	25 sorudan oluşan bir ölçek kullanılmıştır.	Öğrencilerin sera gazları, ozon tabakası ve asit yağmuru hakkında çok az bilgiye sahip oldukları bulunmuştur.
Bilgin ve Yahşi (2006)	Farklı laboratuvar yaklaşımlarının asit-baz konusunu kavramalarına olan etkisi araştırılmıştır.	8.sınıf öğrencileri	Kavram testi kullanılmıştır.	Deney öncesi ve sonrasında yapılan tartışmaların öğrencilerin asit-bazlarla ilgili kavramları anlamalarında daha etkilidir.
Yaman vd. (2006)	Asit ve bazlar konusunda yapılandırıcı öğrenme kuramına dayalı 5E modeline uygun etkinlikler geliştirilip uygulama sürecindeki etkililikleri araştırılmıştır.	10. sınıf öğrencileri	Kavram başarı testi ve mülakat kullanılmıştır.	5E modeline dayalı etkinliklerin kullanıldığı sınıftaki öğrenciler daha başarılı bulunmuştur.

Tablo 8'in devamı

Geban vd. (2006)	Öğrencilerin asit-baz konusundaki alternatif kavramları belirlenmiş ve bu yanlışları gidermede kavramsal değişim metninin ne derece etkili olduğu araştırılmıştır.	10. sınıf öğrencileri	Kavram testi, bilimsel işlem beceri testi kullanılmıştır.	Kavramsal değişim metninin uygulandığı sınıftaki öğrenci başarısı daha yüksek çıkmıştır.
Yıldız vd. (2006)	Öğrencilerin asit ve bazlar konusundaki bilgilerini günlük hayattaki olaylarla ilişkilendirebilme düzeyleri araştırılmıştır.	Kimya eğitimi, kimya mühendisliği ve kimya bölümü 4. sınıf öğrencileri	Anket kullanılmıştır.	Kimya eğitimi öğrencilerinin asit ve bazlar konusunu günlük hayattaki olaylarla ilişkilendirebilme düzeyleri daha yüksek çıkmıştır.
Tamer (2006)	Kavramsal değişim metinleriyle verilen benzeştirmelerin asit ve bazlar konusundaki başarıya ve kimya dersine olan tutuma etkisi geleneksel kimya öğretim yöntemiyle karşılaştırılarak incelenmiştir.	10.sınıf öğrencileri	Kavram testi, tutum ölçeği, bilimsel işlem beceri testi ve mülakatlar kullanılmıştır.	Çalışmanın sonunda kavramsal değişim yöntemi uygulanan sınıfın başarısının diğer gruba oranla çok daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Yahşi (2006)	Farklı laboratuvar yaklaşımlarının asit-baz konusunu kavramalarına olan etkisi araştırılmıştır.	8.sınıf öğrencileri	Asit-baz kavram testi ve tutum ölçeği kullanılmıştır.	Farklı laboratuvar yaklaşımlarının uygulandığı gruplardaki öğrencilerin, bu öğretim yaklaşımlarına karşı tutumlarının olumlu olduğu görülmüştür.
Ouertatani, Dumon, Trabelsi, ve Soudani (2007)	Tunuslu öğrencilerin asit-baz kavramlarını yapılandırmaları konunun öğretilmesinden önce ve sonra araştırılmıştır.	10. ve 11. Sınıf öğrencileri	Kağıt kalem testi	Asit ve baz kavramlarının birbirinden bağımsız olduğu ve öğrencilerin baz kavramını daha iyi algıladıkları bulunmuştur. Bazı alternatif kavramların varlığı Bronsted-Lowry modelini öğrenmeyi olumsuz etkilemektedir.
Ekmekçioğlu (2007)	Asit baz konusu anlatılırken kullanılan kavram haritalarının ve anlamlı öğrenme kuramının öğrenci başarısına etkisi incelenmiştir	10. sınıf öğrencileri	Bilimsel başarı testi ve tutum ölçeği kullanılmıştır.	Kullanılan kavram haritalarının ve anlamlı öğrenme kuramının daha etkili olduğu bulunmuştur.

Tablo 8'in devamı

Gökçek (2007)	8. sınıf fen bilgisi öğrencilerinin asit baz konusundaki başarılarına ve fen tutumları üzerine geleneksel öğretim yaklaşımına kıyasla Çoklu Zeka Kuramı'nın etkisi ve Çoklu Zeka Kuramı'nın ilköğretim fen öğretim programı açısından uygulanabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.	8.sınıf öğrencileri	Asit baz başarı testi ve tutum anketi kullanılmıştır.	Çalışmanın neticesinde Çoklu Zeka Kuramı'na dayalı öğretim etkinliklerinin öğrencilerin asit baz konusundaki başarılarına ve fen tutumlarına olumlu bir katkı sağladığı görülmüştür.
Drechsler ve Driel (2008)	Deneyimli kimya öğretmenlerinin asit-baz kimyasındaki pedagojik alan bilgileri araştırılmıştır.	Kimya öğretmenleri	Yarı yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır.	Öğretmenlerin birçoğu fenomenolojik seviye ile partikül seviyesini ayırmanın yeterli olduğunu belirtmiş. Öğretmenlerin bazıları öğrencilerin karşılaştıkları zorluklara odaklanırken bazıları sadece kendi performanslarına odaklanmışlar.
Pabuçcu (2008)	5E öğrenme döngüsü modelinin, 11. sınıf öğrencilerinin asit-baz kavramlarını anlamalarına olan etkisi geleneksel yöntem ile karşılaştırılarak incelenmiştir.	11.sınıf öğrencileri	Kavram testi, tutum ölçeği, bilimsel işlem beceri testi ve bilimin doğası hakkındaki görüşler anketi kullanılmıştır.	5E Modeli kullanılarak uygulanan öğretim yönteminin, asit-baz kavramlarının anlaşılmasında geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu görülmüştür.
Burhan (2008)	Asit ve baz kavramları ile ilgili kavram karikatürleri ile zenginleştirilmiş çalışma yaprakları geliştirilmiş ve etkililikleri araştırılmıştır.	8.sınıf öğrencileri	Kavram başarı testi, yarı yapılandırılmış mülakat ve çalışma yaprakları kullanılmıştır.	Karikatür destekli çalışma yapraklarının öğrencilerin asit ve bazlarla ilgili kavramları anlama düzeylerinde önemli ölçüde artışa sebep olduğunu bulmuştur.
Cokelez ve Dumon (2009)	Türk ve Fransız öğrencilerinin asit-baz kavramlarını açıklamada kullandıkları bilgilerin karşılaştırılması yapılmıştır.	11. ve 12. Sınıflar	4 açık uçlu ve 2 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir anket kullanıldı.	Fransız öğrencileri asit-bazları tanımlamak için Brosted-Lowry'yi kullanırken Türk öğrencileri Arrhenius modelini kullandılar.

Tablo 8'in devamı

Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu (2009)	Laboratuvar aktiviteleriyle birlikte kullanılan kavram haritalarının asit-baz konusunu öğrenmede öğrenci anlamasını artırmak amacıyla kullanılması araştırılmıştır.	10. sınıf öğrencileri	Kavram başarı testi (15 çoktan seçmeli ve 10 açıklama gerektiren çoktan seçmeli soru) kullanılmıştır.	Laboratuvar aktiviteleriyle birlikte kullanılan kavram haritaları daha eğlenceli ve alternatif kavramları azalttığı bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin kavramları birbirleriyle ilişkilendirmesine yardımcı olmuştur.
Demirci (2011)	Asitler ve bazlar konusyla ilgili yanılığın belirlenmesi ve giderilmesinde kavram karikatürlerinin ve animasyonlarla desteklenen kavramsal değişim metinlerinin kullanılmasının etkililiği araştırılmıştır.	8. sınıf öğrencileri	Çoktan seçmeli test formunda hazırlanan Asit-Baz Kavram Başarı Testi ve açık uçlu soru formunda hazırlanan Asit-Baz Kavram Karikatür Testi kullanılmıştır.	Animasyonlarla desteklenen KDM'ler öğrencilerin yanılığını gidermede ve daha bilimsel anlamalara sahip olmalarında oldukça başarılı olmuştur.
Kala, Yaman ve Ayas (2012)	Asit ve bazlar konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarında TGA'ların etkililiği araştırılmıştır.	Lise öğrencileri	Üç TGA etkinliği ve yarı yapılandırılmış mülakatlar kullanılmıştır.	Öğrencilerin asit ve bazlar konusunu anlamalarında TGA'ların etkili olduğu tespit edilirken, ayrıca pH ve pOH kavramlarında öğrencilerin alternatif kavramlara sahip oldukları bulunmuştur.
Özmen, Demircioğlu, Burhan, Naseriazari ve Demircioğlu (2012)	Kavram karikatürleri ile zenginleştirilmiş laboratuvar aktivitelerine dayalı uygulamaların öğrenci başarısına olan etkisi araştırılmıştır.	8. sınıf öğrencileri	Asit-baz başarı testi ve mülakatlar kullanılmıştır.	Kavram karikatürleri ile zenginleştirilmiş laboratuvar aktivitelerine dayalı uygulamaların öğrenci başarısını artırdığı ve alternatif kavramları gidermede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 8'e göre asit ve bazlar konusunda yapılan çalışmaların örneklem grupları 5.sınıf öğrencilerinden üniversite öğrencilerine, öğretmen adaylarına, fen öğretmenlerine ve hatta yüksek lisans ve doktora öğrencilerine kadar uzanan geniş bir yelpazede yer almaktadır. Ancak en fazla tercih edilen örneklem grubu 10.sınıf öğrencileri olup, hemen sonrasında 8.sınıf öğrencileri ile öğretmen adayları bulunmaktadır. En çok 10.sınıf öğrencilerinin örneklem grubu olarak kullanılmasının sebebi, asit ve bazlar konusunun lise kimya öğretim programında 10.sınıf konuları arasında yer alması olabilir.

Tablo 8'deki çalışmalar veri toplama araçları açısından değerlendirildiğinde ise, çalışmaların büyük bir çoğunluğunda kavram testi (12 çalışma), tutum ölçeği (8 çalışma)

ve başarı testi (8 çalışma) kullanılmıştır. Buradan yola çıkarak denilebilir ki çalışmalarda en çok kavramsal öğrenme dikkate alınmış ve değerlendirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca çalışmaların büyük bir çoğunluğunda üç ve daha fazla veri toplama aracının kullanılmış olması, verilerin güvenilirliği açısından da oldukça önemlidir. Ancak bazı çalışmalarda sadece bir veri toplama aracının kullanılmış olması, örneğin yalnızca mülakatların (Drechsler ve Driel, 2008), yalnızca gözlemlerin (Erduran, 2003), yalnızca kavram haritalarının (Botton, 1995) veya başarı testinin (Kıyıcı ve Yumuşak, 2005) kullanılması verilerin güvenilirliği açısından tekrar gözden geçirilmesi gereken dikkat çekici noktalardan biridir.

Çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ise, çok çeşitli sonuçlara ulaşıldığı gözlenmiştir. Örneğin asit ve bazlar konusunda öğrencilerin anlamlı derecede öğrenmelerini geliştiren çalışmaların yanı sıra (örn: Morgil, Yavuz, Oskay ve Arda, 2005) yapılan öğretimlerden sonra bile öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramları devam ettirdikleri sonucuna ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır (Demircioğlu vd., 2004; Toplis, 1998). Çalışmaların bazılarında öğrencilerin kimya dersine karşı olumlu tutum geliştirmiş oldukları sonucuna ulaşılmasına rağmen (Botton, 1995; Feng ve Tuan, 2005), bazı çalışmalarda ise yapılan öğretimin öğrencilerin tutumuna bir etkisi bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Üce ve Sarıçayır, 2002). Ayrıca bazı çalışmalarda öğrencilerin günlük yaşamla iç içe olan asit ve baz kavramlarıyla ilgili bilgilerini gündelik hayatta karşılaştıkları asit-baz olaylarını açıklamada istenen düzeyde kullanamadıkları tespit edilmiştir (Özmen, 2003; Bozkurt vd., 2005).

#### **1.7.6. 5E Modeli ve REACT Stratejisine Uygun Öğretim Materyali Geliştirmede Kullanılan Kavramsal Değişim Yöntem ve Teknikleri**

Bu bölümde araştırmada kullanılan kavramsal değişim yöntem ve teknikleri ile ilgili yapılan literatür taramaları sonucunda ulaşılan bilgiler ve bu yöntem ve tekniklerin bu araştırmada ne amaçla kullanıldığına yönelik bilgiler sunulmuştur. Burada sunulan bilgiler daha çok ilgili yöntem ve teknikler hakkında teorik bilgileri ve yapılan araştırmaları kapsamaktadır.

### **1.7.6.1. Kavramsal Değişim Metni**

Son yıllarda yapılan çalışmalarla birlikte öğrencilerin öğrenme ortamına gelmeden önce sahip oldukları bilgilerin onların yeni öğrenmelerini etkilediği düşüncesi önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle öğrencilerin sahip oldukları bu ön bilgilerin yanlış veya hatalı olması yeni bilgilerin öğrenilmesini güçleştirmektedir (Kabapınar, 2001). Bu yanlış veya hatalı bilgiler kavram yanılgısı (Helm, 1980), alternatif kavram (Driver, 1981) veya çocukların bilimi (Gilbert, Osborne ve Fensham, 1982) şeklinde isimlendirilmektedir. Bu yanlış veya hatalı bilgilerin doğru olanlarıyla değiştirilmesine ise kavramsal değişim denir. Öğrencilerde kavramsal değişimi sağlamak için kullanılan yöntemlerden biri de kavramsal değişim metnidir (KDM).

KDM'nin birçok türü olmasına rağmen bu çalışmada kullanılan KDM, öğrencilerin alternatif kavramlarını harekete geçirmek için alternatif kavram içeren bir durumla ilgili sorular ile başlamaktadır. Öncelikli amaç öğrencilerin ön bilgilerinin yeni durumu açıklamada yetersizliğinden rahatsız olmalarını sağlamaktır. Metnin devamında ise genel olarak alternatif kavramlar ifade edilmekte, bunların yanlış olma gerekçeleri ve doğru örnekleri verilmektedir. Bu şekilde öğrencilerin alternatif kavramlarını terk etmeleri sağlanmaya çalışılmaktadır. Metnin sonunda öğretmen bilimsel açıklamaları öğrencilere kavrayabilmek için metinde belirtilen durumlarla ilgili bir tartışma ortamı sağlamaktadır (Chambers ve Andre, 1997; Pınarbaşı, Canpolat, Bayrakçeken, ve Geban, 2006; Sevim, 2007). KDM kavramsal değişim yaklaşımına uygun bir öğretim materyali olup alternatif kavramları gidermek ve kavramsal değişimi gerçekleştirmek amacıyla pek çok araştırmada tercih edilmektedir (Saka, 2006; Çalık, 2006; Sevim, 2007; Ünal, 2007; Özmen vd., 2009). KDM, 5E Modeli'ne dayalı geliştirilen etkinliklerde de sıklıkla kullanılmaktadır (Çalık, Okur ve Taylor, 2011; Saka, 2006; Sevim, 2007; Ural Keleş, 2009). Bu çalışmada da KDM alternatif kavramların giderilmesine yardım ettiği ve anlamlı öğrenmeyi sağladığı için tercih edilmiştir (Çalık, 2006).

### **1.7.6.2. Tahmin- Gözlem-Açıklama**

Öğrencilerin ön bilgilerinin öğrenmede etkili olduğu artık kabul gören bir gerçektir. Bu sebeple ön bilgileri ortaya çıkaran çeşitli yöntemler vardır. Ön bilgilerin belirlenmesinde iki aşamalı testler, kelime ilişkilendirme, mülakat, kavram haritası gibi

tekniklerin yanında Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) tekniğinden de oldukça faydalanılmaktadır (White and Gunstone, 1992; Atasoy, 2004). Bu teknik öğrencilerin daha iyi anlamalarını sağlamak amacıyla fen derslerinde deneylerle birlikte de kullanılabilir. Fen laboratuvarlarında bu tekniğin kullanılmasıyla birlikte öğrenciler hem öğrendiklerini uygulama fırsatı bulmuş olurlar, hem de fen bilgilerini günlük yaşamda karşılaştıkları doğa olayları ile ilişkilendirebilme fırsatı yakalamış olurlar (White ve Gunstone, 1992, Atasoy, 2004).

TGA'nın ilk aşaması olan tahmin aşamasında öğrencilere bir olay verilir ve olayın meydana gelme sebebi sorularak öğrencilerin düşünmesi sağlanır. Böylece öğrencilerin ön bilgileri harekete geçirilmiş olur. İkinci aşama olan gözlem aşamasında ise öğrencilere ilk aşamada yaptıkları tahminle ilgili gözlem yapmaları için fırsatlar verilir. Öğrenciler yapmış oldukları tahminlerle gözlemlerinin uyuşup uyuşmadığını, uyuşmuyorsa neden uyuşmadığını ise üçüncü aşama olan açıklama aşamasında belirlerler. Bu yolla öğrencilerin düşüncelerinin altında yatan sebepler ortaya çıkarılabilmektedir (White ve Gunstone, 1992; Köseoğlu, Tümay ve Kavak, 2002; Liew, 2004; Sheppard, 2006).

TGA öğretim sürecinde öğretmen adaylarının ön bilgilerinin ortaya çıkartılmasında ve yeni bilgilerin sorgulanarak oluşturulmasında etkili olması sebebiyle bu çalışmada tercih edilmiştir.

### **1.7.6.3. Çalışma Yaprakları**

Çalışma yaprakları farklı amaçlar için oldukça yaygın olarak kullanılan öğretim materyallerinden biridir. Çeşitli fen kavramlarıyla ilgili geliştirilmiş oldukça çeşitli çalışma yapraklarına literatürde rastlanılmaktadır (Çalık, 2006; Karşlı ve Çalık, 2012; Özsevgeç; 2007; Şahin ve Karşlı, 2008). Çalışma yaprakları eğitim alanındaki araştırmalarda “5E Öğretim Modeli”ne dayalı geliştirilen etkinliklerin belli bir sırada ve bütünlük içinde sunulması amacı ile tercih edilmektedir. Çalışma yaprakları öğrencilerin neyi nasıl yaptıkları hakkında bilgi vermekle kalmaz, aynı zamanda kavramsal öğrenmelerinin değerlendirilmesine de yardımcı olurlar (Cahyadi, 2004; Çalık vd., 2010). Bu çalışmada çalışma yapraklarının kullanılma sebebi öğretmen adaylarının öğretim sürecinde ön bilgilerinin ortaya çıkartılması ve yeni bilgilerinin sorgulanarak oluşturulmasının sağlanmasıdır.

Bu bölümde bağlam temelli yaklaşım, REACT stratejisi, bağlam temelli yaklaşımı ve REACT stratejisini temel alan çalışmalar, yapılandırmacı öğrenme kuramı, 5E modeli, 5E modelini temel alan çalışmalar, asit ve bazlar konusunu temel alan çalışmalar irdelenmiştir. Mevcut literatür göz önünde bulundurulduğunda, REACT stratejisi ve özellikle 5E modelini temel alan birçok çalışma olmasına rağmen 5E modeli ile REACT stratejisine dayanan etkinlikler sınıf ortamında uygulanıp kavramsal öğrenme açısından karşılaştırılmamıştır. Ayrıca bağlam temelli yaklaşımın öğrencilerin kimya/fen derslerine karşı olan tutumlarını olumlu yönde etkilediği yapılan çalışmalar aracılığıyla belirtilmiş olmasına rağmen REACT stratejisinin kimya tutum ve deneyimlere olan etkisi araştırılmamıştır. Bu bağlamda, bu çalışma literatürdeki eksiklikleri giderme amacıyla. Ayrıca bu bölümde araştırmanın problemi, araştırmanın amacı ve önemine değinilmiş olup, bir sonraki bölümde ise yapılan çalışmalar sunulmuştur.

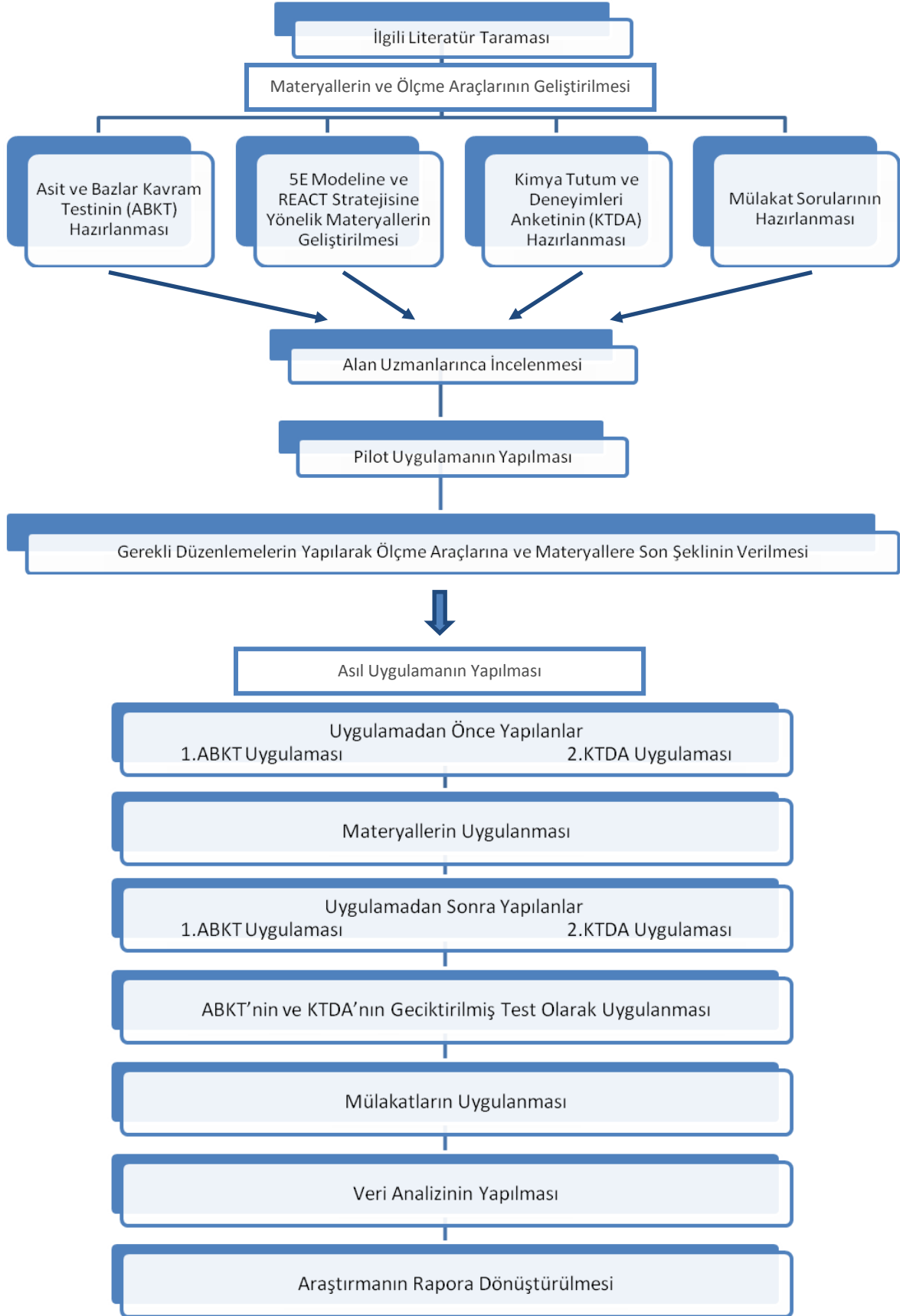


## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

Bu çalışmanın amacı, İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf programında yer alan Genel Kimya II dersi kapsamında Asit ve Bazlar konusunda REACT stratejisine ve 5E modeline göre hazırlanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının anlamalarına, tutum ve deneyimlerine olan etkisini araştırmak, mevcut öğretimle ve birbirleriyle karşılaştırmalar yapmaktır. Bu bölümde araştırmanın tasarlanması, yöntemi, örnekleme, veri toplama araçlarının geliştirilme süreçleri ve veri analizinde yapılan işlemler detaylı bir şekilde sunulmuştur.

### **2.1. Araştırmanın Tasarlanması**

Araştırma tasarlanırken öncelikle literatür taraması yapılmış olup, daha sonra konuya karar verilmiştir. Konunun belirlenmesinden sonra çalışmada kullanılacak materyaller 5E modeline ve REACT stratejisine uygun olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen materyaller göz önünde bulundurularak veri toplama araçları belirlenmiştir. Veri toplama aracı olarak Asit ve Bazlar Kavram Testi (ABKT), Kimya Tutum ve Deneyimleri Anketi (KTDA) ve klinik mülakat soruları uzman görüşleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Uygulama basamakları planlandıktan sonra değerlendirmenin nasıl yapılacağına karar verilmiştir. Daha sonra araştırmacının hem ön deneyim kazanması hem de geliştirilen materyallerin ve veri toplama araçlarının işlerliğinin kontrol edilmesi için pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama esnasında karşılaşılan durumlara göre tekrar düzenlemeler yapılmış ve çalışmaya son hali verilmiştir. Uygulama sürecinden önce ABKT ve KTDA ön test olarak uygulanmış, uygulamadan sonra ise aynı araçlar son test olarak uygulanmıştır. Son testin uygulanmasından bir hafta sonra klinik mülakatlar yürütülmüş olup, on hafta sonra da ABKT ve KTDA gecikmiş test olarak son kez uygulanmıştır. Bundan sonra araştırmanın rapor haline dönüştürülme süreci başlamıştır. Araştırmanın işlem basamakları Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması

## 2.2. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada kullanılacak yöntem amaca en uygun olacak şekilde belirlenmiştir. Çalışmanın amaçları göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmanın amacına en uygun yöntemin deneysel yöntem olduğu ortaya çıkmaktadır (Çepni, 2007). Bu çalışmada bilimsel değer bakımından gerçek deneysel yöntemden hemen sonra gelen yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. İki yöntem arasındaki en belirgin farklılık; yarı deneysel yöntemde grupların oluşturulması ölçümlerle (eşleştirme) yapılmasına karşılık, tam deneysel yöntemde bunun (seçkisiz) rastgele yapılmasıdır. Araştırmada yarı deneysel araştırma türlerinden eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test – son test deseni kullanılmıştır. Büyüköztürk vd. (2008) deneysel araştırmaları, araştırmacının karşılaştırmalı işlemler uygulayıp sonra bu işlemlerin sonuçlarını incelediği araştırma türü; eşleştirilmiş deseni de hazır grupların belli değişkenler üzerinde eşleştirilmeye çalışıldığı ve eşleştirilen grupların işlem gruplarına seçkisiz atandığı deneysel desen olarak tanımlamaktadırlar.

Örneklem olarak daha önceden oluşturulan sınıflardan seçilen gruplardan ikisi deney grubu (birinde REACT stratejisi, diğerinde 5E modeli uygulaması için) diğer bir grup da kontrol grubu olacak şekilde gruplandırılmıştır. Uygulamaya başlanmadan önce üç gruba da ön test uygulanmıştır. Ön test olarak öğretmen adaylarının kavram bilgilerini tespit etmek için ABKT ve tutum ve deneyimleri hakkında bilgi sahibi olmak için ise KTDA uygulanmıştır. Uygulama yapılırken deney gruplarında geliştirilmiş olan materyaller uygulanırken; kontrol grubunda hiçbir müdahale yapılmamıştır. Uygulamaların sonunda bütün gruplara ABKT ve KTDA son test ve gecikmiş test olarak tekrar uygulanmıştır. Ayrıca her bir gruptan kavramsal öğrenmesi, alt, orta ve üst düzeyde gerçekleşen ikişer öğretmen adayıyla toplamda her bir sınıftan altışar öğretmen adayıyla klinik mülakatlar yürütülmüştür. Deney ve kontrol gruplarından elde edilen veriler karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

## 2.3. Araştırmanın Örnekleme

Bu araştırma Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi'ni kapsamaktadır. Araştırmanın örneklemini ise Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği'nde öğrenim görmekte olan 1.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Pilot çalışmanın uygulandığı 2009–2010 ve asıl çalışmanın uygulandığı 2010-2011 akademik yıllarında Giresun

Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği'nde ikisi örgün eğitim, ikisi II.öğretim olmak üzere toplam dört sınıf bulunmaktaydı. Bu sebeple örneklem grupları iki sınıf deney grubu olmak üzere (30 ve 32 öğretmen adayı), bir sınıf da kontrol grubu (33 öğretmen adayı) olmak üzere söz konusu dört sınıftan üç tanesi eşleştirme yoluyla seçilmiştir ve örneklem grubunu toplam 95 öğretmen adayı oluşturmuştur. Eşleştirme için öncelikle iki deney ve bir kontrol grubu için kâğıtlar hazırlanarak bir poşete konmuştur. Daha sonra sınıfların şubelerinin yazılı olduğu kâğıtlar hazırlanarak ikinci poşete konmuştur. Böylelikle önce ilk poşetten bir kâğıt seçilmiş (deney REACT, deney 5E veya kontrol grubu), daha sonra ikinci poşetten çekilen kağıtta yazan şube ile eşleştirilmiştir. Örneğin ilk poşetten “deney REACT” çekildiğinde, ikinci poşetten 1-A sınıfı çekildiğinde, 1-A sınıfı REACT stratejisinin uygulanacağı deney grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubu olarak örgün öğretimde bulunan iki sınıf, kontrol grubu olarak ise II. öğretimde bulunan iki sınıftan bir tanesi belirlenmiştir.

Çalışmada uygulamalar sona erdikten sonra bireysel olarak 18 öğretmen adayıyla klinik mülakatlar yürütülmüştür. Öğretmen adayları ön ve son ABKT’de aldıkları puanlar arasındaki yüzde değişimlere göre alt, orta ve üst düzeyde kavramsal öğrenmenin gerçekleştiği öğretmen adayları olarak sınıflandırılmıştır. Mülakat yapılan öğretmen adayları her gruptan altı kişi olacak şekilde kavramsal öğrenmesi alt (2 öğretmen adayı), orta (2 öğretmen adayı), ve üst (2 öğretmen adayı) düzeyde olan öğretmen adaylarından seçilmiştir. Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının gerçek isimleri çalışma etiği ve ahlaki açısından kullanılmamıştır. Kimliklerini gizli tutmak amacıyla, REACT stratejisinin uygulandığı gruptaki öğretmen adaylarına R1’den R30’a kadar, 5E modelinin uygulandığı grupta B1’den B32’ye kadar, kontrol grubunda ise K1’den K33’e kadar kodlar verilmiştir. 5E grubunda mülakat için belirlenen altı öğretmen adayının dördü kız, ikisi erkek, REACT grubundaki öğretmen adaylarının ise beşi kız, biri erkek olup kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ise üçü kız diğer üçü de erkek öğretmen adaydır. Buna göre mülakat yapılan öğretmen adaylarının kodları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Mülakat yapılan öğretmen adaylarının kodları

Kavramsal anlama düzeyleri	5E grubu	REACT grubu	Kontrol grubu
Alt	B1, B5	R7, R14	K2, K20
Orta	B8, B16	R5, R18	K6, K11
Üst	B19, B25	R11, R13	K12, K32

## 2.4. Veri Toplama Araçları

Bu başlık altında araştırmada kullanılan veri toplama araçları tanıtılmıştır. Araştırmada iki aşamalı Asit ve Baz Kavram Testi (ABKT), Kimya Tutum ve Deneyimleri Anketi (KTDA) ve belirlenen öğrencilerle yapılan Klinik Mülakat tanıtılmıştır.

### 2.4.1. İki Aşamalı Testler

Çoktan seçmeli testler genellikle öğrencilerin bilgiyi hatırlayıp hatırlamadıklarını ölçmek amacıyla kullanılırlar. Eğitimde oldukça popüler olmasının yanı sıra öğrenciler tarafından kolaylıkla ve kısa sürede cevaplanabilirler. Aynı şekilde puanlayan için de puanlamak hızlı ve daha güvenilirdir (Conderman ve Koroghlanian, 2002). Ancak daha üst düzey bilişsel öğrenmeler ölçülecekse açık uçlu soruların tercih edilmesi gerekmektedir (Chen, Lin ve Lin, 2002; Haladyna, Downing ve Rodriguez, 2002). Son yıllarda öğrencilerin çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevapların nedenini sorgulayan iki aşamalı testler kullanılmaya başlanmıştır. İki aşamalı testleri çoktan seçmeli testlerden ayıran özellik ikinci aşamada istenen gerekçedir. İlk aşamada öğrenciye çoktan seçmeli bir soru yöneltilmiş olup, öğrenci öncelikle seçenekler arasından doğru olduğunu düşündüğü seçeneği işaretler, ikinci aşamada ise bu seçeneği seçme gerekçesini açıklar. İkinci aşamada da çoktan seçmeli olabileceği gibi, açık uçlu da olabilir. İkinci aşamanın da çoktan seçmeli olduğu durumlarda, seçeneklerden sonuncusu öğrencilerin kendi düşüncelerini yazabilecekleri şekilde 'diğer' olarak boş bırakılabilir.

İki aşamalı testlerin eğitim ortamlarında kullanılması Treagust (1988)'la başlamıştır. İki aşamalı testlerde bulunan ikinci aşama öğrencinin konu hakkındaki duygu ve düşüncelerini yansıtması bakımından önemlidir. Çoktan seçmeli sorularda öğrenci kendisi için daha önceden belirlenmiş olan seçenekler arasından bir seçim yaparken, açık uçlu olan ikinci aşamada ise daha özgür bırakılarak kavramı ne derece bildiği hakkında bilgi sahibi olunur (Çalık, 2006). Ayrıca öğrencilerin bir konu hakkında sahip oldukları alternatif kavramların da teşhis edilmesi bakımından önemlidir (Tan vd., 2002, 2005).

#### 2.4.1.1. Asit ve Bazlar Kavram Testi (ABKT)

Öğrencilerin kavramlarının derinlemesine incelenmesine fırsat sunan iki aşamalı testler ulusal ve uluslar arası pek çok araştırmada kullanılmıştır (Treagust, 1988; Chen, Lin ve Lin, 2002; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Çalık, 2006; Çalık vd., 2007; Özmen, 2008; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009; Şahin, 2010). Bu çalışmada ABKT iki aşamalı test olarak hazırlanıp öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Kavram testi üç bölümden oluşmakta olup üç bölüm de iki aşamalı sorulardan oluşmaktadır. İlk bölümde öğretmen adaylarına on bir tane alternatif kavram verilmiş olup, bu alternatif kavramların doğru/yanlış olduğunu seçmeleri istenmiş olup, ikinci aşamada öğretmen adaylarından bunun sebebini işaretlemeleri istenmiştir. Kavram testinin ikinci bölümünde on iki soru olup, ilk aşama çoktan seçmeli, ikinci aşama ise öğretmen adayının birinci aşamaya verdiği cevabın sebebini yazdığı açık uçlu kısımdan oluşmaktadır. Testin üçüncü bölümünde ise yine on iki soru bulunmakta olup, ilk aşamada öğretmen adayına alternatif kavram verilmiştir. Öğretmen adayından bu alternatif kavramın doğru/yanlış veya bilmiyorum seçeneklerinden birini işaretleyerek ikinci aşamaya geçmesi istenmiştir. İkinci aşamada öğretmen adayı yine açık uçlu olarak birinci aşamada işaretlediği seçeneği seçme sebebini yazmıştır. ABKT’de kullanılan alternatif kavramlar yapılan literatür taraması sonucunda elde edilmiş olup, Tablo 10’da verilmiştir. Yapılan literatür taraması sonucunda belirlenen alternatif kavramlar asit ve bazlar konusunun alt başlıklarına göre belirtke tablosuna yerleştirilmiştir. Literatür taramasında değinilmediği belirlenen üç alt başlık (Brønsted-Lowry asit-baz tanımı, Lewis asit-baz tanımı ve poliprotik asitler) hakkında da öğretmen adaylarının sahip oldukları alternatif kavramlar kimya eğitimi uzmanlarından görüş alınarak onların öğretimleri esnasında tespit ettikleri alternatif kavramlardan oluşturulmuştur. Böylece asit ve bazlar konusunun bütün alt başlıklarını kapsayan alternatif kavramlar belirlenmiş ve testte kullanılmak üzere oluşturulmuştur. Bundan sonraki aşamada ise ABKT’nin soruları oluşturulmuş olup, kimya eğitimi uzmanlarının görüşleri dikkate alınarak üzerinde değişiklik ve düzeltmeler yapılmış, teste pilot uygulama öncesindeki son hali verilmiştir. Araştırmada kullanılan ABKT Ek 1’de verilmiştir.

Tablo 10. ABKT’de kullanılan alternatif kavramlar

<b>Alternatif kavram</b>	<b>Kaynak</b>
1. H atomu içeren maddeler asit, OH içeren maddeler bazdır.	Çetingül ve Geban (2005), Canpolat vd. (2004), Demirci (2011), Tamer (2006), Nakhleh ve Krajcik (1994), Üce ve Sarıçayır (2002), Yahşi (2006)
2. Asit ve bazlar birbirinin tersi özellikler gösterirler.	Çetingül ve Geban (2005), Tamer (2006), Üce ve Sarıçayır (2002)
3. Bir asidin kuvvetliliği sahip olduğu H atomunun sayısına, bazın kuvvetliliği ise OH molekülünün sayısına bağlıdır.	Çetingül ve Geban (2005), Köseoğlu vd. (2002), Özmen vd. (2009a), Tamer (2006), Yahşi (2006)
4. Kuvvetli asitlerin pH’ı zayıf asitlerden daha büyüktür.	Çetingül ve Geban (2005), Demirci (2011), Köseoğlu vd. (2002), Özmen vd. (2009a), Tamer (2006)
5. Asitler bazlardan daha tehlikelidir.	Çetingül ve Geban (2005), Demirci (2011), Tamer (2006)
6. Sadece asitler elektriği iletir, bazlar iletmez.	Çetingül ve Geban (2005), Tamer (2006), Yahşi (2006)
7. Toprakta ürün yetişebildiğine göre asidik değildir.	Çetingül ve Geban (2005), Demirci (2011), Tamer (2006)
8. Meyveler baziktir.	Çetingül ve Geban (2005), Demirci (2011), Ross ve Munby (1991), Tamer (2006), Yahşi (2006)
9. pH=0 olduğunda çözelti ne asidiktir, ne baziktir.	Çetingül ve Geban (2005), Tamer (2006)
10. Asit-baz tepkimelerinin hepsi nötrleşmeyle sonuçlanır.	Çetingül ve Geban (2005), Köseoğlu vd. (2002), Tamer (2006), Yahşi (2006)
11. Derişik asitler seyreltik asitlerden her zaman daha kuvvetlidir.	Canpolat vd. (2004), Köseoğlu vd. (2002), Özmen vd. (2009a), Tamer (2006), Üce ve Sarıçayır (2002)
12. Bütün tuzlar hidroliz edilebilir.	Çalık ve Ayas (2005), Yahşi (2006)
13. pH ve pOH kavramları arasında bir ilişki yoktur.	Canpolat vd. (2004), Köseoğlu vd. (2002), Tamer (2006), Yahşi (2006)
14. Bütün asitler yakıcı maddelerdir.	Çetingül ve Geban (2005), Demirci (2011), Nakhleh ve Krajcik (1994), Özmen vd. (2009a), Ross ve Munby (1991), Tamer (2006), Yahşi (2006)
15. H <sub>2</sub> O çözücü olarak kullanıldığına göre asit veya baz gibi davranamaz.	Canpolat vd. (2004), Çetingül ve Geban (2005), Köseoğlu vd. (2002), Tamer (2006)
16. Kuvvetli asitler kuvvetli bağlara sahip oldukları için ayrışmazlar.	Canpolat vd. (2004), Özmen vd. (2009a)
17. Bütün asitler ve bazlar elektriği aynı şekilde iletir.	Çetingül ve Geban (2005), Özmen vd. (2009a), Tamer (2006)
18. Brønsted-Lowry tanımı yalnızca konjuge asit-baz çiftleri ile ilgilendir.	Uzmanların kendi öğretimleri esnasında tespit ettikleri alternatif kavramlar.
19. Lewis asit-baz tanımında e <sup>-</sup> veren maddeler asit, alanlar ise bazdır.	Uzmanların kendi öğretimleri esnasında tespit ettikleri alternatif kavramlar.
20. Poliprotik asitlerde proton veren madde asit, proton alanlar ise bazdır.	Uzmanların kendi öğretimleri esnasında tespit ettikleri alternatif kavramlar.

ABKT’den alınan iki örnek soru aşağıda verilmiştir.

1. HCl ve NH<sub>3</sub> asittir. Ancak NH<sub>3</sub> daha kuvvetlidir.
  - a) Doğru
  - b) Yanlış\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a)  $\text{NH}_3$ 'ün yapısında daha fazla H vardır.
- b)  $\text{NH}_3$ 'ün  $\text{pOH}$ 'ı daha büyüktür.
- c)  $\text{NH}_3$  hidrojen bağı içerdiğinden daha kuvvetlidir.
- d)  $\text{NH}_3$  H içermesine rağmen bazik yapıdadır.\*

2. Aşağıda pH'ı verilen çözeltilerden hangisi **daha zayıf asit özelliği gösterir?**

- a) pH=1      b) pH=3      c) pH=7
- d) pH=10      e) pH=12

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

Örnek sorulardan ilki “H atomu içeren maddeler asit, OH içeren maddeler bazdır” ve “Bir asidin kuvvetliliği sahip olduğu H atomunun sayısına, bazın kuvvetliliği ise OH molekülünün sayısına bağlıdır” alternatif kavramlarını, ikincisi ise “Kuvvetli asitlerin pH'ı zayıf asitlerden daha büyüktür” alternatif kavramını sınamak için yöneltilmiştir. İlk soruda öğretmen adayları öncelikle kendilerine yöneltilen durum cümlesinin doğru veya yanlış olduğuna karar verip, daha sonra aşağıda açıklanan sebeplerden birini seçmek durumundayken, ikinci soruda ise öncelikle soruyu cevaplandırıp, açıklamalarını boş bırakılan yere yazmaları istenmiştir. Böylece öğretmen adayları kendi düşüncelerini rahatça ifade edebilmişlerdir.

#### 2.4.2. Tutum Anketi

Baysal'a göre (1981) birey, yaşantı ve deneyimlerine dayanarak bir nesneye, bir simgeye ya da bir olaya yönelik ön eğilimler geliştirir. Bu ön eğilimler tekrarlandıkça belirli kanılar oluşur ve sürekliliği olan hazır olma durumuna dönüşür. Bu durum kalıcı ve sürekli olduğu zaman tutum adını alır. Tutumlar, ön eğilimlerin daha kalıcı bir örgütlenmesidir. Dolayısıyla kimya eğitiminde de öğrencilerin kimyaya karşı olumlu tutum geliştirmeleri son derece önemlidir. Öğrencilerin kimyaya yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla birçok tutum anketi geliştirilmiş olup, literatürdeki birçok çalışmada çeşitli değişkenlerin kimyaya yönelik tutuma olan etkisi incelenmiştir (Belt vd., 2005; Bennett vd., 2005; Geban vd., 1994; Pilling ve Waddington, 2005). Ancak tutum anketlerinin özellikle sağlam bir teorik temel üzerinden geliştirilmediğine yönelik ciddi eleştiriler bulunmaktadır (Dalgety, Coll ve Jones, 2003; Munby, 1983). Özellikle Moore ve Foy (1997)'nin geliştirmiş olduğu Bilimsel Tutum Anketi II (Scientific Attitudes Inventory



II)'nin geçerlik çalışmalarıyla ve teorik altyapısıyla ilgili literatürde eleştiriler bulunmaktadır (Dalgety, Coll ve Jones, 2003; Munby, 1997). Bilimsel tutum anketi II bilimle ilgili tutumları test etmekte olup bilime karşı sergilenen tutumdan oldukça farklıdır. Literatürde oldukça sık kullanılan bir diğer tutum anketi de Fraser (1978)'in geliştirmiş olduğu Bilimle İlişkili Tutum Testi (Test of Science Related Attitudes)'dir. Fraser (1978)'in Bilimle İlişkili Tutum Testi ise Moore ve Foy (1997)'den daha geçerli bulunmasına rağmen (Fraser ve Butts, 1982) hem ortaöğretime yönelik olması hem de bilimde grup çalışmalarının etkisini değerlendirmesi bakımından bu çalışmada tercih edilmemiştir. Aynı zamanda, Geban vd. (1994) tarafından fen tutum anketi geliştirilmiş olmasına rağmen güncel olmaması ve sadece fen tutumuna yönelik geliştirilmiş olmasından dolayı kullanılmamıştır. Dolayısıyla, sağlam bir teorik temele sahip olması, öğrencilerin kimya ile ilgili deneyimlerine odaklanması ve üniversite öğrencilerine yönelik olarak hazırlanmış olması amacıyla Dalgety, Coll ve Jones (2003) tarafından geliştirilen kimya dersine karşı öğretmen adaylarının tutumlarını ve deneyimlerini belirleyen anketin ilgili kısımlarının Türkçeye uyarlaması yapılmış ve bu araştırmada kullanılmıştır.

#### **2.4.2.1. Kimya Tutum ve Deneyimleri Anketi (KTDA)**

Kimya Tutum ve Deneyimleri Anketi, Dalgety, Coll ve Jones (2003) tarafından geliştirilen 69 maddelik Kimya Tutum ve Deneyimleri Anketinden faydalanılarak oluşturulmuştur. Yedili Likert tipindeki anket toplam 21 maddeden ve yedi alt boyuttan oluşmaktadır. Bu boyutlar; “Kimya ile ilgilenen insanlar, Kimya araştırmaları, Bilimle ilgili belgeseller, Kimya web siteleri, Kimya meslekleri, Arkadaşlarla kimyadan bahsetmek ve Bilim kurgu filmleri” şeklindedir. Anket öncelikle araştırmacılar tarafından Türkçe'ye çevrilmiş, Türkçe ve İngilizce versiyonu iki dil uzmanı ve beş fen eğitimi uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Verilen dönütler doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra, beş öğretmen adayıyla anketin okunabilirliği, anlaşılabilirliği ve akıcılığı konusunda mülakatlar yürütülmüştür. Bu süreçte onlardan anketi okumaları istenmiş, eklenmesi veya çıkarılması gereken bir bölüm veya anlamadıkları herhangi bir ifade olup olmadığı sorulmuştur. Anketin pilot çalışmasının analizi, anketin sadece belli bir bölümü alındığı için doğrulayıcı faktör analizi AMOS 18.0<sup>TM</sup> programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. 2010-2011 akademik yılında Giresun Üniversitesi'nde öğrenim

görmekte olan toplam 290 öğretmen adayıyla tutum ve deneyim anketinin pilot çalışması gerçekleştirilmiştir.

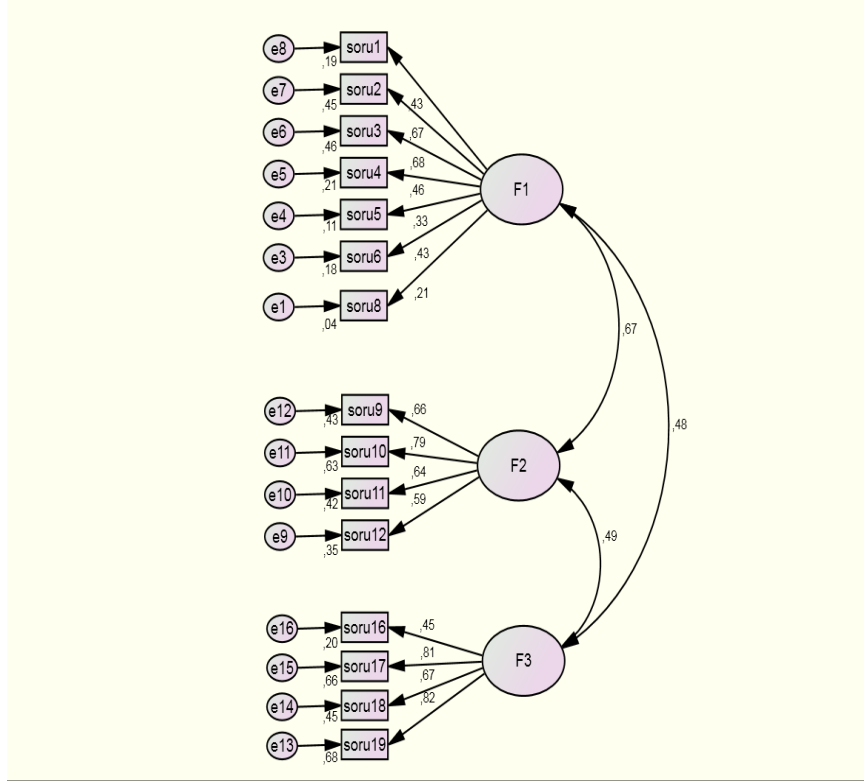
AMOS programı ile yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda toplam üç faktör elde edilmiştir: kimya ile ilgilenen insanlar (1-6. ve 8. maddeler), kimya araştırmaları (9-12. maddeler), kimya meslekleri (16-19. maddeler). AMOS programı ile yapılan doğrulayıcı faktör analizinden elde edilen sonuçlar Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Araştırma modeline uygunluk indisleri

Uygun indisler	Değerler	Önerilen Değerler	Kaynak
$\chi^2/df$ (serbestlik derecesi)	1.776	<3	Kline (2005)
SRMR	0.058	<0.05	Klem (2000), McDonald and Ho (2002)
RMSEA	0.052	<0.05 (good fit) <0.08 (fair fit)	McDonald and Ho (2002)
CFI	0.935	=>0.90	Klem (2000), McDonald and Ho (2002)
GFI	0.934	=>0.90	Klem (2000), McDonald and Ho (2002)
TLI	0.922	=>0.90	Klem (2000), McDonald and Ho (2002)

SRMR: Standardised root mean residual, RMSEA: Root mean square error of approximation, CFI: Comparative fit index, GFI: Goodness of fit index, TLI: Tucker Lewis index

Tablo 11’e göre,  $\chi^2/df$  değeri 1.776 olarak hesaplanmış olup, bu değer üçten küçük olması modelin uygunluğunun en önemli göstergesi olarak yorumlanabilir. CFI, GFI ve TLI değerlerinin 0.90’a eşit veya büyük olması literatürde önerilmekte olup, çalışmanın analizinde de bu değerler sırasıyla 0.935, 0.934 ve 0.922 olarak bulunmuştur. Aynı zamanda, SRMR ve RMSEA değerlerinin önerilen değerlere çok yakın olması da modelin uygunluğunu göstermektedir. KTDA’nın path diyagramı Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. KTDA'nın path diyagramı

Tablo 11'den görüldüğü gibi, model için uygun olan maddelerin aritmetik ortalamaları 4.82 ile 6.42 arasında değişmektedir. Tutum ve deneyim anketinin yedi ölçekli olduğu düşünüldüğünde aritmetik ortalamaların ölçeğin orta noktası olan 3.50'den yüksek olması uygun olduğunu göstermektedir. Basıklık ve çarpıklık değerlerinin madde 8 hariç, 3 ile 8 arasındaki kesme noktasına denk düşmesi anketin uygunluğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, madde 8 hariç, Tablo 12'den görüldüğü gibi, standart sapma değerinin 0.97 ile 1.78 arasında olması, öğretmen adaylarının maddelere verdikleri cevapların homojen bir şekilde dağılım gösterdiği şeklinde yorumlanabilir. Her ne kadar, modelin uygunluk indisleri madde 8'in Kimya Tutum ve Deneyimleri faktöründe olduğunu gösterse de, standart sapmasının, basıklık ve çarpıklık değerlerinin kabul edilen değerlerden çok yüksek olması, bu maddenin de anketten uzaklaştırılması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 12. Maddelerin tanımlayıcı istatistiksel analizi bulguları

	Kimya ile ilgilenen insanlar		Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Basıklık	Çarpıklık	
1	Hantaldir	-----	Atletiktir	4,82	1,56	-0,39	-0,34
2	Sosyal olaylardan habersizdir	-----	Sosyal olayların bilincindedir	5,77	1,36	-1,22	1,30
3	Çevresel olaylardan habersizdir	-----	Çevresel olayların bilincindedir	6,30	0,97	-1,72	3,80
4	Sabit fikirlidir	-----	Esnek fikirlidir	5,33	1,62	-1,00	0,2
5	Sadece kendi bulgularıyla ilgilenir	-----	Kendi bulgularının etkileriyle ilgilenir	5,34	1,48	-0,88	0,58
6	Hayal gücünü kullanamaz	-----	Hayal gücünü kullanır	5,30	1,78	-0,98	0,08
8	Sabırsızdır	-----	Sabırlıdır	6,18	4,39	14,53	235,61
Kimya Araştırmaları							
9	İnsanlara zarar verir	-----	İnsanlara yardım eder	6,02	1,20	-1,25	1,41
10	Hayat kalitesini düşürür	-----	Hayat kalitesini yükseltir	6,13	1,09	-1,08	0,30
11	Problem yaratır	-----	Problemleri çözer	5,95	1,24	-1,23	1,20
12	Toplumunu geriletir	-----	Toplumunu ilerletir	6,42	0,95	-2,24	6,56
Kimya Meslekleri							
16	Aynı şeyleri tekrar eder	-----	Çeşitlilik gösterir	5,01	1,73	-0,81	-0,19
17	Sıkıcıdır	-----	İlginçtir	5,30	1,71	-0,95	0,09
18	Tatmin etmez	-----	Tatmin eder	5,13	1,56	-0,62	-0,12

Tablo 12'nin devamı

19	Bıktırıcıdır	-----	Heyecan vericidir	5,31	1,70	-0,90	0,10
----	--------------	-------	-------------------	------	------	-------	------

Anketin 21 maddesi dikkate alındığında güvenirlik katsayısı (Cronbach alpha) 0.87 olarak hesaplanmasına rağmen, modelin uygunluğu dikkate alındığında on dört madde için güvenirlik katsayısı yeniden hesaplanmış ve 0.82 olarak bulunmuştur. Bu değer, Hair, Black, Babin, Anderson ve Tatham (2006)'ın iç tutarlılık için kabul edilebilir değer olarak ifade edilen 0.70'den büyük olması, geçerli, güvenilir ve sağlam bir teorik temele dayanan bir tutum ve deneyim anketinin uyarlandığı şekilde yorumlanabilir. Anketin her bir maddesinin ortalaması, standart sapması ve güvenirlik analizi Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Anket maddelerinin ortalamaları ve standart sapmaları

	Ortalama	Standart Sapma	N
1	4,81	1,57	279
2	5,80	1,33	279
3	6,29	,97	279
4	5,33	1,64	279
5	5,34	1,50	279
6	5,29	1,80	279
7	6,24	1,13	279
8	6,03	1,20	279
9	6,13	1,09	279
10	5,94	1,24	279
11	6,42	,96	279
12	5,70	1,63	279
13	5,00	1,78	279
14	4,34	2,03	279

Araştırmada kullanılan ankette, alt boyutlar “kimya ile ilgilenen insanlar”, “kimya araştırmaları” ve “kimya meslekleri” olmak üzere toplam üç boyut ele alınmıştır. Yapılan öğretim ve uygulanan materyallerle bu boyutlarda bulunan maddelerin sınıdığı tutum ve deneyim değerlerinin değişebileceği ve dolayısıyla uygulamaların öğretmen adaylarının tutum ve deneyimlerini etkileyebileceği düşünülmüştür. Örneğin REACT grubunda birinci

ders planının işbirliği basamağında öğretmen adaylarından istenen “Kanın pH’ı Düştüğünde veya Yükseldiğinde Bunun İnsan Vücudu Açısından Ne Gibi Sonuçları Vardır?” ödevinde öğretmen adaylarının araştırmalar yapması, KTDA’daki birinci maddeye yöneliktir. Çünkü süreç içerisinde onlardan dinamik bir şekilde araştırmalar yapmaları beklenmektedir. Aynı zamanda, asit yağmurları ve temizlik malzemeleriyle ilgili yapılan etkinlikler KTTÇ kapsamında çevreye verilen zararlarla ilgili olmasından dolayı ikinci ve üçüncü maddelerle ilişkilidir. Çünkü bu maddelerde kimyanın sosyal ve çevresel boyutları ele alınmaktadır. Öğretmen adaylarının özellikle tartışmalar veya kendi bulgularını sunmaları esnasında farklı fikirleri görmeleri ve bulgularını karşılaştırmalarının beklenmesinden dolayı KTDA’daki dördüncü ve beşinci maddeleri kapsamaktadır. Ayrıca, öğretmen adaylarından asit-baz olaylarını mikroskopik düzeyde canlandırmalarının veya asit-bazlarla ilgili hayal güçlerini kullanarak hikaye yazmalarının beklenmesi doğrudan KTDA’nın altıncı maddesine yöneliktir. “Kimya araştırmaları” alt boyutu için, asit ve bazları tanımak için günlük yaşamda kullanılan malzemelerin asit, baz veya nötr olduğunu belirlemek ve pH değerlerini saptamak, öğretmen adaylarının kimya araştırmalarının içeriğini anlamaları ve günlük hayatta yaşamlarını kolaylaştırabilmesi bakımından KTDA’daki 7-10. maddelerle ilişkilidir. Çünkü bu maddelerde öğretmen adaylarından KTTÇ ilişkisini görmeleri ve transfer etmeleri beklenmektedir. Örneğin; öğretmen adaylarının zehirli maddeler kullanmadan evde nasıl temizlik yapabileceğine yönelik okuma parçası veya etkinliklerle karşı karşıya bırakılmaları, onların KTDA’daki 7-10. maddelerle ilgili tutum ve deneyimlerini kapsamaktadır. Ayrıca yapılan uygulamalarda öğretmen adayları 5E ve REACT grubunda deneyleri yaparak bir kimya araştırmacısı gibi davranırken, aynı zamanda araştırmacıyı gözlemleyerek kimya ile ilgilenen diğer insanlar hakkındaki düşüncelerini de yeniden gözden geçirmelerinin beklenmesi, KTDA’daki 11-14. maddelerle ilgili tutum ve deneyimleri geliştirmeye yöneliktir. 5E grubunda öğretmen adayları birinci ders planının girme basamağında asit yağmurları için fabrikalara çevreci çözüm önerileri getirerek bir kimya mühendisi gibi, REACT grubunda ise araştırma yapıp, paylaşımları esnasında bir kimyacı gibi davranmaları bu maddelere örnek olarak verilebilir. Araştırmada kullanılan KTDA Ek 2’de verilmiştir.

### 2.4.3. Klinik Mülakat

Mülakatlarda, mülakat yapılan kişi ile mülakatı yürüten kişi arasında samimi ve empatik bir ortam oluşur. Birbirini takip eden mantıklı soruların sorulabilmesi için mülakatı yürüten kişinin iyi bir dinleyici olması gerekir. Mülakat esnasında fikirler ve konuşma hızlı bir şekilde ilerlediğinden, mülakatı yapan kişi öğrencinin söylediklerini daha sonradan hatırlamayabilir veya eksik yazabilir. Bu sebeple mülakatlar yürütülürken ses kayıt cihazları kullanılabilir. Mülakatların süresi kısa bile sürse daha sonradan transkript edilmeleri hayli uzun zaman alabilir (Çalik vd., 2005; Kurnaz ve Calik, 2009; Ünal vd., 2006). Mülakatlar farklı kaynaklarda farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Karasar (2007)'ye göre (a) yapılandırılmış mülakatlarda sorular daha önceden hazırlanmıştır ve mülakatı yürüten kişi bu sorulara sıkı sıkıya bağlıdır, bu sebeple kendi herhangi bir soru ekleme veya çıkarma yapamaz, (b) yarı yapılandırılmış mülakatlarda ise sorular önceden hazırlanmış olmasına rağmen, mülakatı yürüten kişi, konunun gidişatına göre sorulması gereken sorular ekleyebilir, çıkarabilir veya soruların yerlerini değiştirebilir, (c) yapılandırılmamış mülakatlarda ise mülakatı yürüten kişinin elinde hakkında soru soracağı konuların bir listesi bulunur, bu konular hakkında soracağı soruları o anda mülakatın gidişatına göre sorar. White ve Gunstone (1992)'a göre ise mülakatlar odak noktalarına göre ikiye ayrılır: (a) kavramlar hakkında mülakatlar, mülakatın belli kavramlar üzerine odaklanarak yürütülmesidir, (b) klinik mülakatlar ise olaylar ve durumlarla ilgili yapılan mülakatlar olarak da tanımlanmaktadır. Klinik mülakatlarda, mülakatı yürüten kişi öğrenciyle bir durum ya da olayla ilgili görüşürken, öğrencinin bir kavramı ya da bir olayı öğrenip öğrenmediği derinlemesine araştırılmaktadır. Ayrıca öğrencilerden kavramı tanımlamasına ek olarak niçin böyle bir sonuca ulaştığı sorusuna da açıklama getirmesi istenir.

Bu çalışmada, kavram testinden elde edilen verileri desteklemek ve değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymak için klinik mülakatlar yürütülmüştür. Bu yöntemde öğrenciyle karşılıklı görüşme halinde olduğu için oldukça güvenilir veriler elde edilebilmektedir. Ayrıca bu metot, öğrencilerin ne düşündüğünü derinlemesine araştırma imkânı da sağlamaktadır (Çepni, 2007).

### 2.4.3.1. Araştırmada Kullanılan Klinik Mülakatlar

Klinik mülakatta kullanılan sorular kavram testinden elde edilen sonuçları desteklemek ve verilerin güvenilirliğini artırmak amacıyla kavram testinde kullanılan sorulara benzer şekilde konuyla ilgili alternatif kavramlara odaklanmıştır. Mülakat on dört sorudan oluşmakta olup, her bir alternatif kavramın sorgulanmasına özellikle dikkat edilmiştir. Mülakat soruları oluşturulduktan sonra iki kimya eğitimi uzmanına inceletilerek görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda bazı sorulara eklemeler yapılmış, bazı sorular ise öğretmen adaylarından ayrıntılı bilgiler vermelerini isteyecek şekilde yeniden düzenlenmiştir. Örneğin “1M HCl ve 3M HCl'nin kuvvetliliğini nasıl karşılaştırırsınız?” şeklinde hazırlanmış olan mülakat sorusuna “Asit veya bazların kuvvetliliği nelere bağlıdır?” alt sorusu da eklenerek öğretmen adaylarının bu konudaki bilgileri derinlemesine sorgulanmıştır.

Mülakatta araştırmacı daha önceden hazırlanmış olan soruları öğretmen adaylarına yöneltirken gerektiği yerlerde sorulara eklemeler veya çıkarmalar yapmıştır. Örneğin “Poliprotik asit nedir? Örnek birkaç poliprotik asit söyleyebilir misiniz? Bu asitlerin poliprotik olduğuna nasıl karar verdiniz?” şeklinde hazırlanmış olan mülakat sorusunun henüz ilk aşaması olan “poliprotik asit nedir” sorusuna cevap veremeyen öğretmen adayına örnek poliprotik asit sormak yersiz olacağından sorunun diğer kısımları yöneltilmemiştir. Mülakatların her biri öğretmen adaylarının izni dahilinde teyp yardımıyla kaydedilmiş ve 20–25 dakika sürmüş olup bütün gruptaki öğretmen adaylarına toplam on dört soru yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarından deney grubunda olanlara REACT stratejisi ve 5E modeliyle yürütülen dersler ve dersler süresince yapılan etkinlikler hakkındaki düşüncelerini belirlemek amacıyla kontrol grubundan farklı olarak ayrıca altı soru daha yöneltilmiştir. Bu sorular öğretmen adaylarının yalnızca 5E modeli ve REACT stratejisiyle işlenmiş olan Asit ve Bazlar konusu hakkındaki gerçek düşüncelerini öğrenmek ve tutum ve deneyim ölçeğinden elde edilen verilerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla yöneltilmiştir. Bu sorular da yine aynı şekilde kaydedilmiştir. Mülakatın ilk bölümüne öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar, puanlama yoluna gidilmeden “tam anlama”, “kısmen anlama” ve “alternatif kavramlı anlama” kategorileri kullanılarak analiz edilirken, ikinci bölümdeki öğretmen adayları cevapları ise temalar oluşturularak kodlanmıştır. Bulgular sunulurken bu kategori ve temalarda cevap veren öğretmen adaylarının mülakatlarından örnek alıntılar yapılarak öğretmen adaylarının düşünceleri olduğu gibi yansıtılmıştır.



Mülakatların analizinin ayrıntılı açıklaması verilerin analizi başlığı altında verilmiştir. Asıl uygulamada kullanılan mülakat soruları Ek 3’te verilmiştir.

## 2.5. Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi

Araştırmada iki deney grubu, bir kontrol grubu kullanılmıştır. Buna göre deney gruplarından birinde 5E modeline yönelik etkinlikler kullanılmış olup, diğer deney grubunda ise REACT stratejisine yönelik etkinlikler kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise mevcut öğretim yöntemiyle asit ve bazlar konusu işlenmiştir. Bütün gruplarda kullanılan materyaller araştırmacı ve bir kimya eğitimi uzmanı tarafından geliştirilmiş olup, uzman görüşü alınarak gerekli değişiklikler yapılmıştır. Ünite kazanımları YÖK’ün belirlemiş olduğu alt başlıklar dahilinde araştırmacı tarafından oluşturulmuştur (URL – 8, 2012). Bu sebeple örneğin 5E grubunun ikinci ders planında keşfetme basamağında ve REACT grubunun ikinci ders planının keşfetme basamağından sonra gerçekleştirilen öğretmen adaylarının ders sunumlarında poliprotik asitlerde titrasyon konusu dolaylı olarak geçmesine rağmen, YÖK’ün belirlemiş olduğu konular arasında yer almadığından kazanımlara dahil edilmemiştir.

Öğretim materyallerinin geliştirilmesinde izlenen aşamalar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

1. Asit ve Bazlar konusu ile ilgili literatür incelemesinin yapılarak öğrenci ve öğretmen adaylarının ön bilgilerini araştıran çalışmaların incelenmesi.
2. Ünitelerin kazanımlarının incelenmesi ve çalışmanın niteliğinin planlanması.
3. Ulusal ve uluslar arası literatürde “Asit ve Bazlar” kavramları ile ilgili yapılan çalışmaların incelenmesi ve alternatif kavramların tespiti.
4. Ünite kazanımlarına göre kimya eğitimi uzmanlarıyla birlikte öğretim sürecinde kullanılacak olan materyaller, etkinlikler ve ölçme değerlendirme araçlarına karar verilmesi.
5. Öğretim materyalleri, etkinlikler ve ölçme değerlendirme araçlarının geliştirilmesi.
6. Geliştirilen öğretim materyallerinin 5E modeli veya REACT stratejisi içerisinde hangi adımda ve nasıl uygulanacağını belirlenmesi ve uygulamaların planlanması.

7. Pilot uygulamanın yapılması, gerekli değerlendirmelerin ve düzeltmelerin yapılması.
8. Düzenlemeler sonucunda öğretim materyallerine son şeklinin verilmesi.

Bu aşamalar bütün materyallerin geliştirilme aşamalarını özetlemekte olup, 5E modeline ve REACT stratejisine yönelik olarak hazırlanan öğretim materyalleri aşağıda somutlaştırılarak verilmiştir.

### 2.5.1. 5E Modeline Uygun Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi

5E modeline uygun olarak geliştirilen öğretim materyallerinde 5E modelindeki basamaklar sırasıyla takip edilmiş olup, ünitenin kazanımlarına göre üç ayrı ders planı araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Ders planlarına göre ünite kazanımları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. 5E modeline uygun hazırlanan ders planlarının kazanımları

1. Ders Planı Kazanımları (150 dakika)	2. Ders Planı Kazanımları (150 dakika)	3. Ders Planı Kazanımları (100 dakika)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arrhenius Tanımını kavrayabilme.</li> <li>2. Asit-baz kavramlarını kavrayabilme.</li> <li>3. Brønsted-Lowry asit ve baz tanımını kavrayabilme.</li> <li>4. Konjuge asit-baz çiftlerini gösterebilme.</li> <li>5. Su molekülleri arasında proton değişimini kavrayabilme.</li> <li>6. Kuvvetli asit ve bazları tanıyabilme.</li> <li>7. pH ve pOH kavramlarını açıklayabilme.</li> <li>8. Zayıf asit ve bazları tanıyabilme.</li> <li>9. Lewis asit ve bazlarını kavrayabilme.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poliprotik asitleri tanımlayabilme.</li> <li>2. Poliprotik asitlerde iyonlaşmayı gösterebilme.</li> <li>3. Hidroliz olayını kavrayabilme.</li> <li>4. Asit ve bazların hidrolizini gösterebilme.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasında ilişki kurabilme.</li> <li>2. Bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasında ilişki kurabilme.</li> <li>3. Asidik, bazik ve amfoterik oksitleri tanımlayabilme.</li> <li>4. Oksoasitlerin ve organik asitlerin kuvvetliliğini belirleyebilme.</li> </ol>

Geliştirilen rehber materyallerinden ilkinde giriş basamağında kullanılan ve öğretmen adaylarının asit yağmurlarıyla ilgili bir hikaye yazmalarının istendiği resimler

internet aracılığıyla edinilmiştir (URL – 9, 2010). Derinleşme basamağında kullanılan asit-baz kuvvetliliğiyle ilgili olan deney de yine internet aracılığıyla edinilmiş olup, gerekli düzenlemeler yapılmıştır (URL – 10, 2010). İkinci ders planının değerlendirme basamağında kullanılan sorularda Petrucci, Harwood ve Herring (2008)'den faydalanılmıştır. Ayrıca üçüncü ders planının keşfetme ve değerlendirme basamaklarında da Petrucci'nin kitabından faydalandığı gibi aynı zamanda Atkins ve Jones (1999)'un kitabından da faydalanılmıştır. Bütün ders planlarında, açıklama basamaklarında kullanılan öğretmen için hazırlanan konu anlatımları ise Petrucci vd. (2008) ve Atkins ve Jones (1999)'un kitaplarından faydalanılarak oluşturulmuştur.

Çalışmanın birinci ve üçüncü ders planlarında keşfetme ve derinleşme basamaklarında, ikinci ders planında ise yalnızca keşfetme basamağında olmak üzere toplam beş rehber materyal kullanılmış olup, bunlar araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Birinci ders planının keşfetme basamağında kullanılan rehber materyal öğretmen adaylarının asit-bazları tanımaları için yaptırılan deneyde kullanılmıştır. Aynı ders planının derinleşme basamağında da yine asit-baz kuvvetliliği ile ilgili bir deneyi yaptırmak amacıyla rehber materyalden faydalanılırken, ikinci ders planının keşfetme basamağında ise poliprotik asitlerin iyonlaşması isimli deneyin yapılmasında da yine rehber materyallerden faydalanılmıştır. Üçüncü ders planının keşfetme basamağında ise asit-baz kuvvetliliği ve derinleşme basamağında asidik, bazik ve nötr oksitlerle ilgili bilgilerin ve alternatif kavramların sınanması amacıyla rehber materyaller kullanılmıştır. İkinci ders planının derinleşme basamağında kullanılan tek KDM de yine araştırmacı tarafından geliştirilmiş olup, uzman görüşü alınarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Kullanılan KDM'nin amacı öğretmen adaylarının hidroliz konusundaki alternatif kavramlarını gidermektir. Rehber materyallerin ve KDM'nin düzenlenmesinde görüşlerinden faydalanılan uzman erkek 34 yaşında, 11 yıllık deneyimli ve uzmanlık alanı yapılandırmacı öğrenme kuramı alanında materyal geliştirme ve uygulamadır.

Pilot ve asıl uygulamaları araştırmacı yapmış olduğu için araştırmacı materyalleri uygulamadan önce uzman görüşü alarak materyallerin uygunluğu konusunda fikir edinmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda rehber materyallerde çeşitli düzenlemeler yapılmış olup, kullanılan materyallerin 5E modelinin basamaklarına uygunluğu kontrol edilmiştir. Görüşlerinden faydalanılan uzmanların biri erkek 34 yaşında, 11 yıllık deneyimli ve uzmanlık alanı yapılandırmacı öğrenme kuramı alanında materyal geliştirme ve uygulama olup, diğeri bayan 31 yaşında, 8 yıllık deneyimli ve uzmanlık alanı bağlam

temelli yaklaşım alanında materyal geliştirme ve uygulamadır. Diğer bir kimya eğitimcisi ise bayan 30 yaşında, 7 yıllık deneyimli ve uzmanlık alanı bilimsel süreç becerileri alanında materyal geliştirme ve uygulamadır. Daha sonra belirlenen uygulama takvimi gereğince uygulamalar yürütülmüştür. Her “5E Modeli”ne dayalı etkinliğin sonunda; öğretmen adaylarına kompozisyon yazımı, açık uçlu sorular ve alternatif ölçme değerlendirme tekniklerinden biri olan tanılayıcı dallanmış ağaç uygulanmıştır. Uygulamalar toplam 8 ders saati (4 hafta) sürmüştür.

### **2.5.1.1. 5E Modeline Örnek Bir Öğretim Materyali**

5E Modeline dayalı geliştirilen üç ders planından ikincisi için hazırlanmış olan öğretim materyalleri ve ders planları her bir basamakla ilgili olarak sırasıyla örnek olarak aşağıda verilmiştir. 5E Modeline dayalı hazırlanan etkinlikler üniteye yer alan kazanımların tamamını kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. 5E Modeline dayalı hazırlanmış olan materyaller günlük ders planına göre işleme sırası geldiğinde öğretmen adaylarına verilmiştir.

#### **Girme Aşaması**

Bu aşamada öğretmen adaylarına ilgili konunun nedeni, konuyla ilgili kavramlar arası ilişkiler hakkında sorular sorularak bir sınıf tartışması desteklenebilir (Bybee vd., 2006; Keser, 2003; Krantz ve Barrow, 2006; Vincent, Cassel ve Milligan, 2008). Bu amaçla dersin başında öğretmen adaylarını konuya hazırlamak için “poli nedir?” sorusu sorulur. Öğretmen adaylarının bu bilgiye muhtemelen lisede sahip oldukları düşünülmüş olduğundan, hatırlayıp cevap vermelerine fırsat tanındıktan sonra poliasit ne demek olabilir, ardından polibaz ne demek olabilir soruları yöneltilir. “Çok asit-baz veya çoklu asit-baz” ne demek olabilir, “çok”la ne kastediliyor olabilir şeklindeki yönlendirici sorularla öğretmen adaylarının poliprotik asitler konusuna ısınmaları sağlanarak bu konudaki varsa ön bilgileri ortaya çıkarılmıştır.

## **Keşfetme Aşaması**

Öğretmen adaylarının keşfetme basamağında başarı göstermeleri girme aşamasında yürütülen etkinliklerde gösterdikleri performansa ve yapılan tartışmalara bağlıdır. Çünkü öğretmen adaylarının ne bildikleri, neyi unutmuş oldukları ve keşfetme basamağında ne araştırmaları gerektiği girme aşamasına bağlıdır. Keşfetme basamağında öğretmen adaylarının grupça bir araştırma yaparak, gerekli durumlarda tartışmalar yaparak ortak bir rapor hazırlamaları sağlanabilir (Bybee vd., 2006; Keser, 2003; Krantz ve Barrow, 2006; Wilder ve Shuttleworth, 2005).

Bu çalışmada ise keşfetme basamağında öğretmen adayları gruplar halinde Şekil 3'teki deneyi yaparak poliprotik asit kavramını ve poliprotik asitlerde iyonlaşmayı fosforik asit örneği ile kavramışlardır. Öğretmen adayları yapmış oldukları bu deney ile poliprotik bir asit olan fosforik asitin iki basamakta iyonlaştığını indikatörlerin renk değiştirmesi sayesinde görmüşlerdir. Ayrıca gruplar halinde rehber materyali doldurarak ortak bir rapor sunarlar.

<b>Ad:</b>	<b>Grup Adı:</b>		
<b>Soyad:</b>	<b>Sınıf:</b>		
<b><u>Deney Adı:</u> Poliprotik Asitlerin İyonlaşması</b>			
<b><u>Deneyde kullanılacak madde ve malzemeler:</u></b>			
0,1 M H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	pH metre	Büret	Mezür
0,1 M NaOH	Pipet	Beher	Metil Oranj
Fenolftaleyn			
<b><u>Deneyin Yapılışı:</u></b>			
1. Büreti NaOH ile doldurunuz. Beherin içine 20 ml H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> koyunuz ve pH'ını pH metre yardımıyla belirleyip kaydediniz. Daha sonra 1. dönüm noktası için metil oranj ekleyiniz.			
2. Büreti yavaşça açınız ve damla damla NaOH'i fosforik asite ekleyiniz. Çözeltinin rengi değiştiği anda büreti kapatınız ve beherdeki asidin pH'ını pH metrenin göstermiş olduğu değerden kaydediniz.			
3. Büreti temizleyip aynı işlemleri bu kez fenolftaleyn indikatörü ile tekrarlayınız. Çözeltinin rengi değiştiği anda büreti kapatıp, beherdeki asidin pH'ını pH metre den okuyarak kaydediniz.			
4. Çözeltinin renginin değişmesi ne anlama gelir?			
5. Fosforik asite NaOH eklenmesiyle oluşan iyonlaşma reaksiyonlarını ve K <sub>a</sub> formüllerini yazınız. (K <sub>a1</sub> = 7,1x 10 <sup>-3</sup> , K <sub>a2</sub> = 6,3x 10 <sup>-8</sup> , K <sub>a3</sub> = 4,2x 10 <sup>-13</sup> )			
6. Teorik olarak verilen K <sub>a1</sub> , K <sub>a2</sub> ve K <sub>a3</sub> değerleri için hesap makinesiyle pH değerlerini hesaplayınız.			

Şekil 3. Keşfetme basamağında kullanılan rehber materyal

### Açıklama Aşaması

Bu aşama modelin en öğretmen merkezli bölümüdür. Öğretmen konu ile ilgili açıklamalarını bir film, simülasyon veya video aracılığı ile yapabileceği gibi sadece

anlatım ve tartışma yöntemlerini de kullanabilir (Bybee vd., 2006; Keser, 2003; Vincent, Cassel ve Milligan, 2008; Wilder ve Shuttleworth, 2005).

Bu çalışmada ise açıklama aşamasında öğretmen adaylarına öncelikle deneyle ilgili soruları olup olmadığı sorulur. Deneydeki sorulara vermiş oldukları cevaplar irdelenir ve sınıfça tartışılır. Daha sonra konu ile ilgili teorik bilgilerin açıklamaları yapılır. Teorik bilgiler için hazırlanmış olan öğretmen materyali Şekil 4’te sunulmuştur.

### POLİPROTİK ASİTLER (ÇOK PROTONLU ASİTLER)

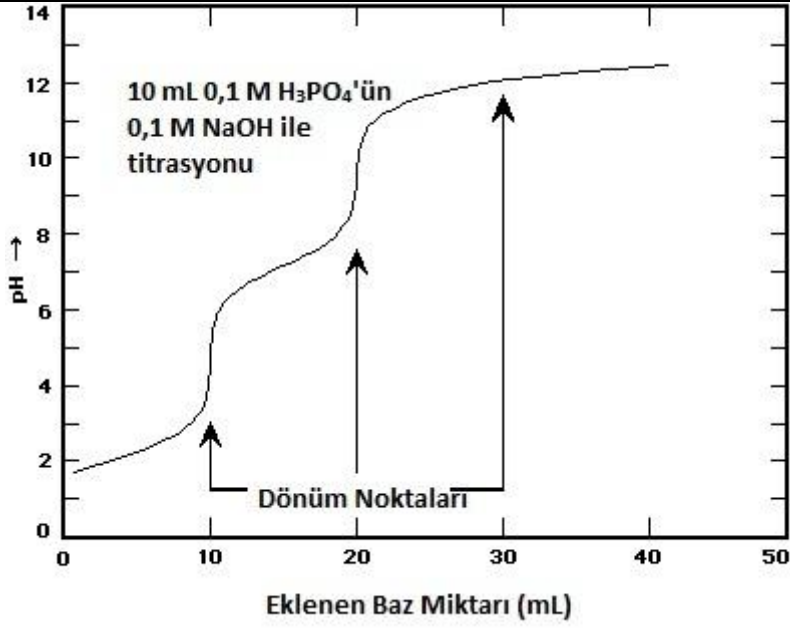
Tek protonlu zayıf asitlerde birden fazla H atomu bulunmasına rağmen iyonlaşabilen bir tek hidrojen atomları vardır. Fakat bazı asitlerin moleküllerinde iyonlaşabilen birden fazla H atomları bulunur. Böyle asitlere poliprotik (çok protonlu) asitler denir. Örneğin fosforik asit ( $H_3PO_4$ ).

Fosforik asitte iyonlaşabilen 3 tane H atomu vardır. Dolayısıyla 3 protonlu bir asittir. Üç basamakta iyonlaşır ve her iyonlaşma basamağı için birer denge eşitliği, denge sabiti ifadesi ve  $K_a$  değeri vardır.

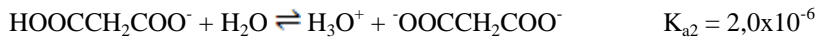
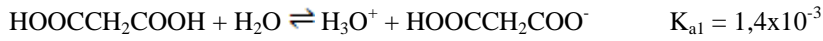


Fosforik asitin iyonlaşma sabitleri  $K_{a1} > K_{a2} > K_{a3}$  şeklindedir. Bu durumdan yola çıkarak:

- $K_{a1}$  değeri  $K_{a2}$  ve  $K_{a3}$  den çok daha büyüktür ve çözeltideki  $H_3O^+$  iyonunun çok büyük bir kısmı 1. iyonlaşmadan ileri gelir.
- Birinci iyonlaşma sonunda oluşan  $H_2PO_4^-$  nin çok az bir kısmı iyonlaştığından, çözeltide  $[H_2PO_4^-] = [H_3O^+]$  alınabilir.
- Asidin molaritesi ne olursa olsun  $[HPO_4^{2-}] \approx K_{a2}$  kabul edilebilir.

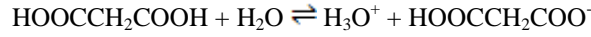


**Örnek:** Malonik asit iki protonlu bir asit olup, barbituratların üretilmesinde kullanılır.



1,00 M malonik asit çözeltisindeki  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ,  $[\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-]$  ve  $[^-\text{OOCCH}_2\text{COO}^-]$  derişimlerini hesaplayınız.

**Cözüm:**



Başlangıç:	1,0 M	-	-
Değişim:	-x M	+xM	+xM
Denge:	(1-x) M	xM	xM

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-]}{[\text{HOOCCH}_2\text{COOH}]} = 1,4 \times 10^{-3} = \frac{x \cdot x}{(1-x)} = \frac{x^2}{1,0} = 1,4 \times 10^{-3}$$

$$x^2 = 1,4 \times 10^{-3}$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-] = 3,74 \times 10^{-2} \text{ M}$$



Başlangıç:	$3,74 \times 10^{-2} \text{ M}$	$3,74 \times 10^{-2} \text{ M}$	-
(1. iyonlaşmadan gelen)			
Değişim:	-yM	+yM	+yM
Denge:	$(3,74 \times 10^{-2} - y) \text{ M}$	$(3,74 \times 10^{-2} + y) \text{ M}$	yM

$$K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][^-\text{OOCCH}_2\text{COO}^-]}{[\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-]} = 2,0 \times 10^{-6} = \frac{(3,74 \times 10^{-2} + y)(y)}{(3,74 \times 10^{-2} - y)} = \frac{(3,74 \times 10^{-2})(y)}{3,74 \times 10^{-2}} = 2,0 \times 10^{-6}$$



$$y = [\text{OOCCH}_2\text{COO}^-] = 2,0 \times 10^{-6} \text{ M}$$

Şekil 4. Açıklama basamağında kullanılan teorik bilgiler

### **Derinleşme Aşaması**

Bu basamakta öğretmen adayları birlikte ulaşılmış oldukları bilgileri ve problem çözme yaklaşımlarını yeni olaylara ve problemlere uygularlar. Bu şekilde zihinlerinde var olmayan yeni kavramları öğrenmiş olacakları gibi (Kurnaz ve Çalik, 2008), konuya ait kavramsal öğrenmeleri test edilerek (Keser, 2003) sahip oldukları alternatif kavramları gidermeleri için daha açıklayıcı bilgi edinmeleri sağlanabilir (Bybee vd., 2006). Bu açıklayıcı bilgiler Champagne (1987)'ye göre öğretmenden, dokümanlardan, uzmanlardan, veritabanlarından veya yapılan deneylerden edinilebilir. Bu sebeple bu basamak bilgi tabanlıdır. Bu çalışmada ise derinleşme basamağında öğretmen adaylarına hidroliz konusunda sahip oldukları alternatif kavramları gidermeleri için kavramsal değişim metni dağıtılır. Öğretmen adayları kavramsal değişim metnini okuduktan sonra bu konudaki fikirlerini sınıftaki diğer arkadaşlarıyla tartışırlar. Böylece hidroliz konusunun kavranması amaçlanmıştır. Kavramsal değişim metni araştırmacı tarafından kimya eğitimi uzmanlarından görüş alınarak geliştirilmiş olup, Şekil 5'te sunulmuştur.

**HİDROLİZ KAVRAMSAL DEĞİŞİM METNİ**

Acaba bütün tuzlar hidroliz olur mu?

Bazı öğrenciler bütün tuzların hidroliz olduğunu düşünmektedir.

**Siz de bu öğrencilerle aynı fikirde misiniz?**

**Cevabınız evetse bu konuda yanlış fikirlere sahipsiniz.**

**Eğer bütün tuzlar hidroliz oluyorsa NaCl neden hidroliz olmuyor?**

Saf suyun pH'nın 7 olduğunu biliyoruz. NaCl tuzu suya eklendiğinde  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarına ayrıştıktan sonra pH'ı tekrar ölçüldüğünde yine 7 bulunur.

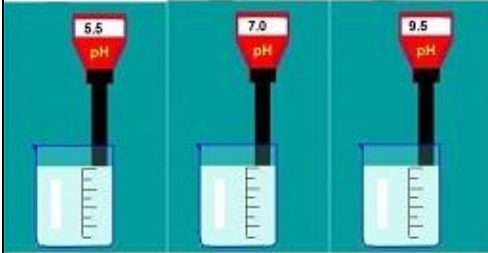
$\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} >$  reaksiyon yok  
 $\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} >$  reaksiyon yok

Ancak suya  $\text{NH}_4\text{Cl}$  eklendiğinde pH'nın 5.5'e düştüğü görülür. pH'nın 5.5'e düşmesi için ortamda  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonu oluşturan bir tepkime olması gerekmektedir. Yani  $\text{NH}_4\text{Cl}$  suda çözüldükten sonra  $\text{NH}_4^+$  veya  $\text{Cl}^-$  iyonlarının birinin  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonu oluşturan bir tepkime vermesi gerekir.  $\text{Cl}^-$  iyonlarının tepkime vermediğini NaCl'der öğrendiğimize göre, o halde asitliği artıran  $\text{NH}_4^+$  iyonlarıdır.

$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$   
 $\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} >$  reaksiyon yok

Bu olaya amonyum iyonunun hidrolizi denir. Suya amonyum asetat ( $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) eklenseydi, pH 9.5 olacaktı.

$\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} >$  reaksiyon yok  
 $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{OH}^-$



Buradan yola çıkarak diyebiliriz ki,  
**Her tuz hidroliz olmaz!**

Hidroliz ancak zayıf asit veya zayıf bazın ürün olarak çıktığı tepkimelerde meydana gelir. Yani kuvvetli asit ve kuvvetli bazın oluşturmuş olduğu tuzlar hidroliz olmaz (Örneğin NaCl). Zayıf asit ve kuvvetli bazın tuzları, kuvvetli asit ve zayıf bazın tuzları veya zayıf asit ve zayıf bazın tuzları suyla tepkimeye girerek hidroliz olurlar.

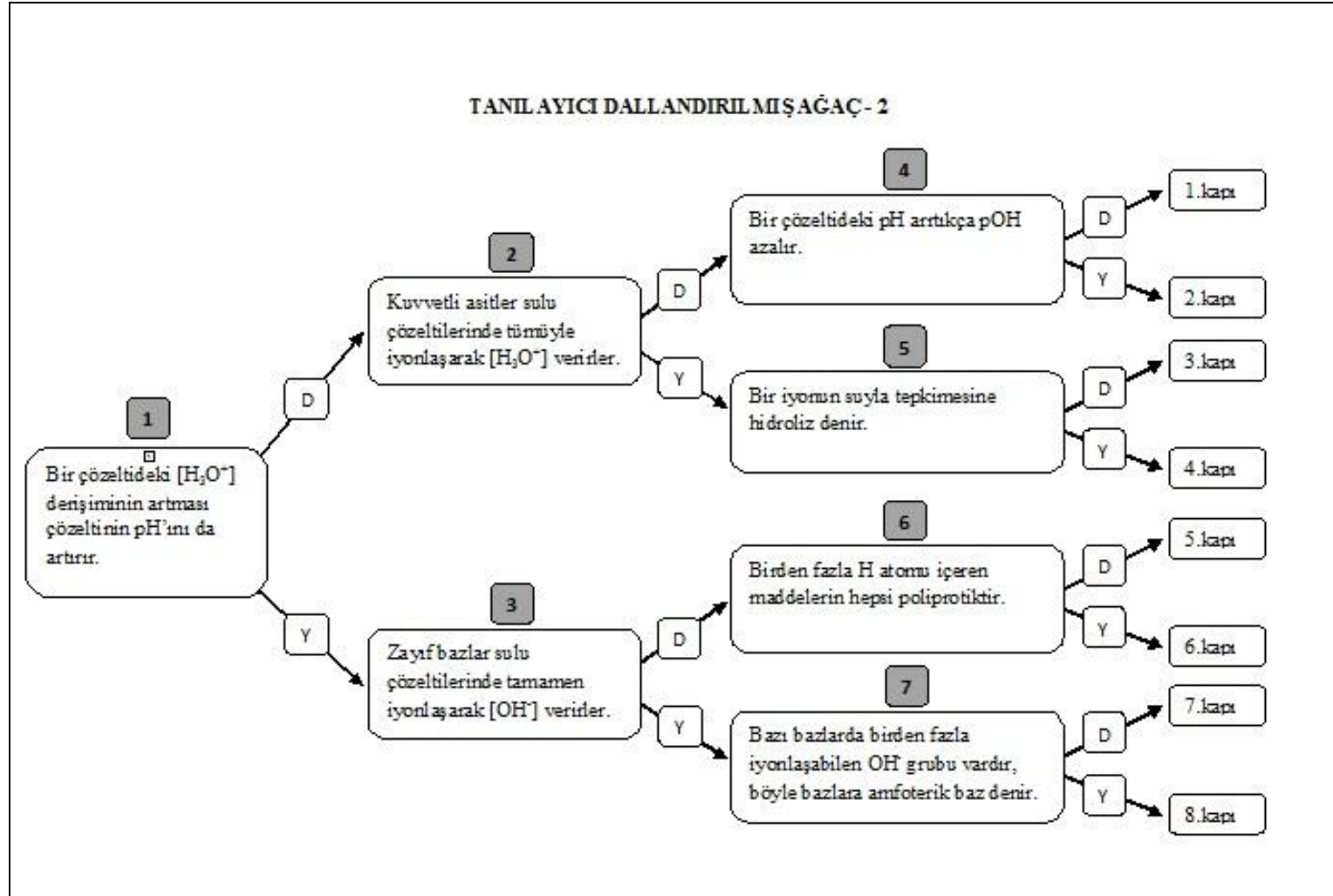
Şekil 5. Derinleşme basamağında kullanılan KDM

### **Değerlendirme Aşaması**

Bu aşama öğretmen adaylarının düşünme tarzlarını değiştirdikleri, kendi öğrenmelerinin farkına vardıkları aşamadır. Asıl değerlendirme zaten bütün aşamalarda yürütülen etkinliklerde sürekli yapıldığından bu son aşamada öğretmen adayları yeni öğrendikleri bilgi ve becerilerini değerlendirirler (Keser, 2003; Krantz ve Barrow, 2006; Vincent, Cassel ve Milligan, 2008; Wilder ve Shuttleworth, 2005). Bu çalışmada da değerlendirme basamağında öğretmen adayları kendilerine dağıtılan soruları 25 dakika içinde bireysel olarak çözmeye çalışırlar. Daha sonra kendilerine dağıtılan tanılayıcı dallanmış ağaç kağıtlarındaki cümleleri doğru veya yanlış olarak değerlendirerek 5 dakika içinde bir çıkış kapısına ulaşmaya çalışırlar. Değerlendirme için ayrıca 5 dakika süre tanınır. Böylece öğretmen adayları öğrenmiş oldukları bilgilerin farkına varır ve eğer varsa anlamadıkları noktalar için öğretmenlerine danışırlar. Değerlendirme basamağında kullanılan materyaller Şekil 6 ve 7’de verilmiştir.

<b>Ad:</b>	<b>Grup Adı:</b>
<b>Soyad:</b>	<b>Sınıf:</b>
<p>1. 0,50 M <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> çözeltisinde <math>\text{H}_3\text{O}^+</math>, <math>\text{HSO}_4^-</math> ve <math>\text{SO}_4^{2-}</math> derişimlerini hesaplayınız.</p>	
<p>2. 0.1 M <math>\text{H}_2\text{S}</math> (gıda) çözeltisindeki <math>\text{H}_3\text{O}^+</math>, <math>\text{HS}^-</math> ve <math>\text{S}^{2-}</math> derişimlerini hesaplayınız (<math>K_{a1} = 9.1 \times 10^{-8}</math>, <math>K_{a2} = 1.1 \times 10^{-12}</math>)</p>	
<p>3. NaOCl, KCl ve <math>\text{NH}_4\text{NO}_3</math> tuzlarının suyla oluşturduğu çözeltilerinin hangisinin asidik, bazik veya nötr olduğunu belirtiniz.</p>	
<p>4. Sorbik asit (<math>\text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_2</math>) gıda endüstrisinde koruyucu olarak kullanılan bir madde dir. Örneğin peynirde küf oluşumunu engellemek için potasyum sorbat kullanılır. 0.55 M derişimindeki potasyum sorbat çözeltisinin pH'ını hesaplayınız.</p>	
$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_2 \quad K_a = 1.73 \times 10^{-5}$	

Şekil 6. Değerlendirme basamağında kullanılan sorular



Şekil 7. Değerlendirme basamağında kullanılan tanılayıcı dallanmış ağaç

### 2.5.2. REACT Stratejisine Uygun Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi

REACT stratejisine uygun olarak geliştirilen öğretim materyallerinde REACT stratejisindeki bütün basamaklar sırasıyla takip edilmiş olup, ünitenin kazanımlarına göre iki ayrı ders planı hazırlanmıştır. Ders planlarına göre ünite kazanımları Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15. REACT stratejisine uygun hazırlanan ders planlarının kazanımları

1. Ders Planı Kazanımları (150 dakika)	2. Ders Planı Kazanımları (250 dakika)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lewis asit ve bazlarını kavrayabilme.</li> <li>2. Arrhenius Tanımını kavrayabilme.</li> <li>3. Asit-baz kavramlarını kavrayabilme.</li> <li>4. Brønsted-Lowry asit ve baz tanımını kavrayabilme.</li> <li>5. Konjuge asit-baz çiftlerini gösterebilme.</li> <li>6. Su molekülleri arasında proton değişimini kavrayabilme.</li> <li>7. pH ve pOH kavramlarını açıklayabilme.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kuvvetli asit ve bazları tanıyabilme.</li> <li>2. Zayıf asit ve bazları tanıyabilme.</li> <li>3. Poliprotik asitleri tanımlayabilme.</li> <li>4. Poliprotik asitlerde iyonlaşmayı gösterebilme.</li> <li>5. Hidroliz olayını kavrayabilme.</li> <li>6. Asit ve bazların hidrolizini gösterebilme.</li> <li>7. Molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasında ilişki kurabilme.</li> <li>8. Bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasında ilişki kurabilme.</li> <li>9. Asidik, bazik ve amfoterik oksitleri tanımlayabilme.</li> <li>10. Oksoasitlerin ve organik asitlerin kuvvetliliğini belirleyebilme.</li> </ol>

Geliştirilen ders planlarının ilkinde ilişkilendirme aşamasında kullanılan “Asit Yağmuru” isimli okuma parçası internetten (URL – 11, 2010) ve Atkins ve Jones (1999)’dan faydalanılarak hazırlanmıştır. Uygulama aşamasında kullanılan sorularda ise yine Atkins ve Jones (1999)’un kitabından yararlanılmıştır. İşbirliği aşamasında verilen “kanın pH’ı düştüğünde veya yükseldiğinde bunun insan vücudu açısından ne gibi sonuçları vardır” ödev sorusu için açıklama niteliğinde hazırlanan öğretmen materyali ise internetten (URL – 12, 2010; URL – 13, 2010) ve yine Atkins ve Jones (1999)’un kitabından faydalanılarak hazırlanmıştır. Transfer etme basamağında sorulan “Arı soktuğunda ne yapmalıyız” sorusu ise Newmark (2004)’ten alınmıştır.

Geliştirilen ders planlarının ikincisinde ilişkilendirme basamağında kullanılan “Zehirli Maddeler Kullanmadan Evde Temizlik” isimli okuma parçası internetten alınarak tekrar düzenlenmiştir (URL – 14, 2010). Tecrübe etme basamağında kullanılan asit-baz kuvvetliliğiyle ilgili olan deney de internetten alınarak gerekli düzenlemeler yapıldıktan

sonra kullanılmıştır (URL – 10, 2010). Uygulama aşamasında kullanılan sorularda ise Petrucci vd. (2008)'den faydalanılmıştır. İşbirliği aşamasında verilen “Günlük hayatta temizlik malzemesi olarak kullandığımız asit ve bazların halk arasındaki isimlerini araştırınız, bu maddelerden bir kuvvetli veya zayıf asit ve bir kuvvetli veya zayıf baz seçerek özelliklerini de yazarak bir ödev hazırlayınız.” ödevi için açıklama niteliğinde hazırlanan öğretmen materyali ise internetten edinilmiştir (URL – 15-20, 2010). Transfer etme basamağında kullanılan “Asit-Baz Kuvvetliliğinin Belirlenmesi” isimli rehber materyal ise Petrucci vd. (2008)'den ve Atkins ve Jones (1999)'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın birinci ders planında tecrübe etme basamağında kullanılan rehber materyal öğretmen adaylarının asit-bazları tanımaları için yaptırılan deneyde kullanılmıştır. İkinci ders planında tecrübe etme basamağında kullanılan rehber materyalden ise asit-baz kuvvetliliği ile ilgili bir deneyi yaptırmak amacıyla faydalanılırken, transfer etme basamağında ise asit-baz kuvvetliliği ile ilgili bilgilerin ve alternatif kavramların sınanması amacıyla öğretim materyalleri kullanılmıştır. Böylece REACT grubunda toplam üç rehber materyal kullanılmış olup, rehber materyaller araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra uzman görüşleri doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır. Görüşlerinden faydalanılan uzmanların biri erkek 34 yaşında, 11 yıllık deneyimli ve uzmanlık alanı yapılandırmacı öğrenme kuramı alanında materyal geliştirme ve uygulama olup, diğeri bayan 31 yaşında, 8 yıllık deneyimli ve uzmanlık alanı bağlam temelli yaklaşım alanında materyal geliştirme ve uygulamadır. Diğeri bir kimya eğitimcisi ise bayan 30 yaşında, 7 yıllık deneyimli ve uzmanlık alanı bilimsel süreç becerileri alanında materyal geliştirme ve uygulamadır.

5E modelinde üç ayrı ders planı uygulanmasına karşın REACT stratejisinin uygulandığı grup için iki ders planı hazırlanmıştır. Bunun sebebi konunun üç parçaya bölünerek ele alınması 5E modelinin basamaklarına daha uygun olmasına rağmen asit ve bazlar konusunun REACT stratejisinde iki bağlam dahilinde uygulanması daha doğru bulunmuştur. REACT stratejisi için seçilerek kullanılan iki bağlam da konunun içeriğiyle örtüşmüş ve üçüncü bir bağlama ihtiyaç duyulmamıştır. İki grupta da uygulamalar 8 ders saati (4 hafta) kadar sürmüştür.

### 2.5.2.1 . REACT Stratejisine Örnek Bir Öğretim Materyali

REACT stratejisine uygun olarak geliştirilen iki ders planından ilki kullanılan materyalleriyle birlikte sırasıyla aşağıda örnek olarak verilmiştir. Hazırlanan etkinlikler ünitedeki kazanımları kapsayacak şekilde oluşturulmuş olup, sırası geldiğinde öğretmen adaylarına verilmiştir.

Birinci ders planı için seçilen bağlam asit yağmurları olduğundan bütün basamaklarda bu bağlamdan dışarı çıkılmamaya özen gösterilmiştir. İkinci ders planı için seçilen bağlam ise temizlik maddeleri olup yine aynı şekilde her bir basamakta temizlik maddelerine değinilmeye ve konuyla ilişkilendirilmeler yapılmasına özen gösterilmiştir. Aşağıda birinci ders planıyla ilgili aşamalar sırasıyla verilmiştir.

#### İlişkilendirme Aşaması

Derse Şekil 8’de verilen “Asit Yağmuru” adlı okuma parçasıyla başlanır. Öğretmen adaylarına okuma parçası dağıtıldıktan sonra dikkatlice okumaları ve parçanın içerisinde geçen asit-baz konusuyla ilgili anahtar kavramları bulmaları istenir. Parçada geçen ve bulunması beklenen kavramlar asit, pH ve asit yağmurudur. Asit kavramı baz kavramını, pH ise pOH kavramını öğretmek için uygun bir zemin hazırlar. Dolayısıyla asit, baz, pH ve pOH kavramları öğrenilmiş olur ve öğretmen adaylarının asit yağmurları bağlamına ısınmaları sağlanır.

Öğretmen adayları parçayı okuduktan ve anahtar kavramları bulduktan sonra öğretmen adaylarına buldukları anahtar kavramlar hakkında sorular sorulur. Bu kavramların anlamlarını öğretmen adayları tartışma ortamı içerisinde kendileri bulmaya ve hatırlamaya çalışırlar. Öğretmen adaylarına okuma parçası ile ilgili sorular sorularak onların daha önce tecrübe etmiş oldukları durumlar ortaya çıkarılır. Örneğin “Çevrenizde böyle bir olaya rastladınız mı veya duydunuz mu?”, “Neler olmuştu, etkileri nelerdi?”, “Nasıl önlemler alınmıştı?” gibi sorular sorulur.



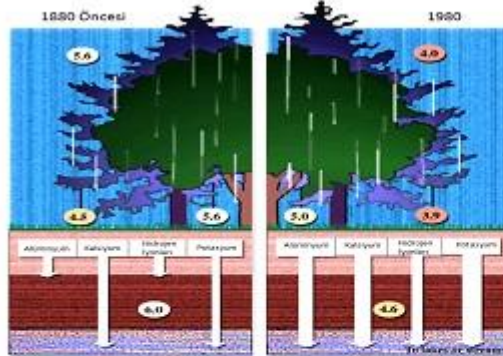
### ASİT YAĞMURU



1989 yılında Hollanda'da bilim adamları; bir orman kuşunun, normalinde ince ve gözenekli kabukları olan yumurta ürettiklerini fark ettiler. Böcek öldürücü olarak kullanılan DDT'nin 1960'larda ve 1970'lerde benzer etkileri tespit edilmişti; fakat modern pestisitlerin (zararlı böcek öldürücü) bu tip etkileri bilinmiyordu. Bu nedenle bilim adamları kuşların yumurtalarının sert olabilmesi için, gerekli olan kalsiyumu nasıl aldıklarını incelediler. Orman kuşu, normalde kalsiyum ihtiyaçlarını diyetlerinin büyük kısmını oluşturan salyangozlardan karşılar. Pestisitler salyangozları yok ettiği için, orman kuşu bu besini

bulamamıştır. Kuru orman toprağı, normalde 5-10g kalsiyum/kg toprak içerirken; asit yağmurlarınca yıkanan bu toprakların kalsiyum içeriğı 0,3g kalsiyum/kg toprak seviyesine düşmüştür. Bu değer de salyangozların hayatlarını sürdürebilmeleri için çok düşüktür. Salyangoz yiyemeyen kuşlar, kalsiyum temin etmek için kümeslerdeki ve piknik yerlerindeki yumurta kabuklarına akın etmeye başladılar.

Avrupa ve ABD'deki topraklarda kalsiyum oranının azalması asit yağmurlarına özellikle sülfürik asit içeren yağmurlara bağlanmıştır. Asit yağmuru bölgesel bir olay olduğu için yağmurun pH değeri nüfusun çok yoğun olduğu bölgelerde daha düşüktür, dolayısıyla asitlik oranı daha fazladır. Endüstrilemiş ve nüfusun yoğun olduğu bölgelerdeki düşük pH değerine asidik oksit olan kükürt dioksit ( $SO_2$ ) ve azot oksitlerin ( $NO$  ve  $NO_2$ ) yol açtığı düşünülmektedir.



Nitekim ülkemizde de Orman Genel Müdürlüğü'nün, Bolu Aladağı'da 1590 rakımında bulunan Göknar ormanlarında oluşturduğu gözlem istasyonundan alınan kar örneklerinin incelenmesi sonucu, ormanların asit yağmuruna maruz kaldığı tespit edildi. Sahadan her 15 günde bir kar örnekleri aldıklarını söyleyen Şerif Yüksel Araştırma Ormanı Şefi Seyfettin Kiriş, eritilen karların laboratuvar ortamında yapılan incelemelerinde, kar suyundaki

pH oranının 4.38'lere kadar düştüğünün tespit edildiğini belirtti. Asit yağmurlarının ormanlara zarar verdiğini açıklayan Seyfettin Kiriş "Gözlem istasyonumuzdan 12 ay boyunca alınan kar, yağmur suyu, bitki örnekleri, toprak, ozon, ağaçların yaprak durumları, döküntülerin iklime göre gösterdikleri özellikleri gözlemliyoruz Sahadan alınan kar örneklerini eriterek laboratuvar ortamında yaptığımız incelemelerde kar suyunda olması gereken 5.5 pH değerinin 4.38'lere kadar düştüğünü tespit ettik. Bu da asit yağmuru demektir. Asit yağmuru ağaçlara zarar vererek, ağaçların fotosentez yapmalarını azaltır. Bu da ağaçlarda artım kaybına yol açar. Ayrıca topraktaki asit miktarının düşmesi de ağaçların köklerinde çürümeye yol açar." dedi.

Şekil 8. İlişkilendirme basamağında kullanılan okuma parçası

### Tecrübe Etme Aşaması

Bu basamakta öğretmen adaylarının bilgilerini tecrübe etmeleri bakımından Şekil 9'daki deneyi gerçekleştirmeleri beklenir. Deneyde öğretmen adaylarından günlük

yaşamda kullandıkları çeşitli maddelerin pH'larını ölçmeleri ve bu ölçümlere göre bir pH skalası oluşturmaları istenir. Bu skalaya asit yağmurları ve normal yağmur suyunun pH'ını da eklenmeleri istenmiştir. Bunun sebebi asit yağmuru olarak seçilen bağlamla yapılan deneyi ilişkilendirmeye çalışmaktır.

<b>Ad:</b>	<b>Grup Adı:</b>	
<b>Soyad:</b>	<b>Sınıf:</b>	
<b>Deney 1. Asit ve bazları tanımak ve pH'larını ölçmek</b>		
<b>Ger ekli Malzemeler:</b>		
Portakal Suyu Diş macunu Domates Şampuan Sirke Limon	Amonyak Soda Kola Sıvı sabun Su Süt	Turnusol kağıdı pH kağıdı
<b>Deneyin Yapılışı:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öncelikle elinizdeki malzemelerin asit mi baz mı nötr mü olduğunu belirlemek için turnusol kağıdını kullanarak aşağıdaki tabloya kaydediniz.</li> </ul> <hr style="width: 50%; margin: 10px auto;"/> <hr style="width: 50%; margin: 10px auto;"/>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha sonra pH aralıklı kağıtlar aracılığıyla malzemelerin pH aralıklarını belirleyin ve bir pH skalası oluşturun. pH skalasına normal yağmur suyunun ve asit yağmurunun da pH'ını eklemeyi unutmayın.</li> </ul>		
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; display: inline-block;"> <p style="margin: 0;">pH=0 <span style="margin-left: 150px;">pH=7</span> <span style="margin-left: 150px;">pH=14</span></p> </div>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deneyden yola çıkarak asitin tanımını yapınız</li> <li>• Deneyden yola çıkarak bazın tanımını yapınız</li> <li>• Deneyden yola çıkarak turnusol kağıdının işlevini açıklayınız.</li> <li>• Deneyden yola çıkarak pH'ın tanımını yapınız</li> <li>• Deneyden yola çıkarak pOH'ın tanımını yapınız</li> </ul>		

Şekil 9. Tecrübe etme basamağında kullanılan rehber materyal

Deneyin yapılmasının hemen ardından bir önceki ders kendilerine verilmiş olan sunum ödevlerini araştırarak sınıfta 25 dakika içinde sunarlar. Böylece uygulama basamağına geçmeden önce konunun teorik kısmına da değinilmiş olur. Öğretmen adaylarına verilmiş olan sunum ödevi Şekil 10'da sunulmuştur.

Oğrencilere geçen ders verilmiş olan ödevlerin sunumu yapılır.

**Ödev:** Aşağıdaki sorulara cevap olacak şekilde 25 dakikalık bir ders sunumu hazırlayınız:

1. Arrhenius asit baz tanımı nedir?
2. Brønsted-Lowry asit ve bazı nedir?
3. Konjuge asit-baz çifti nedir? Konjuge asit-baz çiftlerini gösterirken asit yağmurunun oluşuma sebebiyet veren reaksiyonlardan örnekler kullanınız.
4. Su molekülleri arasında proton değişimi nasıl olur? Gösteriniz.
5. Lewis asit ve bazı nedir? Örnekler veriniz.

Şekil 10. Öğretmen adaylarına verilmiş olan ders sunum ödevi

### Uygulama Aşaması

Öğretmen adayları kendilerine dağıtılan testteki soruları bireysel olarak cevaplamaya çalışırlar. Test Şekil 11'de verilmiş olup, testteki sorular asit yağmurlarının oluşumuna sebebiyet veren reaksiyonları da içermesi bakımından bağlamdan dışarı çıkılmadığının bir göstergesidir.

Ad:  
Soyad:

Grup Adı:  
Sınıf:

### TEST - 1

1. Asit .....alıcısıdır, baz ise.....vericisi dir.
2. ....asitler suda tamamen iyonlarına ayrılırlar.
3. Bir çözeltideki asit/baz derişiminin bilinmesi bize çözeltinin ...../.....'si hakkında bilgi verir.
4. Bir çözeltinin ..... 'si 7'ye eşitse, çözelti ..... 'dir.
5. Bir çözeltinin OH<sup>-</sup> derişimini artırmak çözeltinin ..... 'sini artırmak anlamına gelir.
6. Bir çözeltinin H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> derişimini artırmak için .....yapılabilir.
7. 0,4 M Ba(OH)<sub>2(suda)</sub> çözeltisinin H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> derişimini hesaplayınız.
8. 0,03M HCl<sub>(suda)</sub> çözeltisinin pH'ı nedir?
9. 0,05 M KOH<sub>(suda)</sub> çözeltisinin pH'ı nedir?
10. CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> nin konjuge asidi .....dir.
11. HNO<sub>3</sub>ün konjuge bazı .....dir.
12. Aşağıdaki reaksiyonlarda konjuge asit ve bazları gösterin.
  - a) SO<sub>2(g)</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub> › H<sub>3</sub>O<sup>+</sup><sub>(suda)</sub> + HSO<sub>3</sub><sup>-</sup><sub>(suda)</sub>
  - b) HNO<sub>3(suda)</sub> + HPO<sub>4</sub><sup>-2</sup><sub>(suda)</sub> ⇌ NO<sub>3</sub><sup>-</sup><sub>(suda)</sub> + H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-2</sup><sub>(suda)</sub>
  - c) HSO<sub>3</sub><sup>-</sup><sub>(suda)</sub> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup><sub>(suda)</sub> ⇌ NH<sub>3(suda)</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>3(suda)</sub>
  - d) 2SO<sub>3(g)</sub> + 2H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub> › H<sub>3</sub>O<sup>+</sup><sub>(suda)</sub> + HSO<sub>4</sub><sup>-</sup><sub>(suda)</sub>
  - e) CH<sub>3</sub>COOH<sub>(suda)</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub> ⇌ H<sub>3</sub>O<sup>+</sup><sub>(suda)</sub> + CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub><sup>-</sup><sub>(suda)</sub>
13. Lewis teorisine göre asit ..... 'na denir, baz ise ..... 'na denir.
14. Lewis teorisine göre aşağıdaki reaksiyonlardaki asit ve bazları belirleyin.
  - a) B(OH)<sub>3</sub> + OH<sup>-</sup> › [B(OH)<sub>4</sub>]<sup>-</sup>
  - b) BF<sub>3</sub> + F<sup>-</sup> › BF<sub>4</sub><sup>-</sup>
  - c) Ag<sup>+</sup><sub>(suda)</sub> + 2 CN<sup>-</sup><sub>(suda)</sub> › [Ag(CN)<sub>2</sub>]<sup>-</sup><sub>(suda)</sub>

Şekil 11. Uygulama basamağında kullanılan rehber materyal

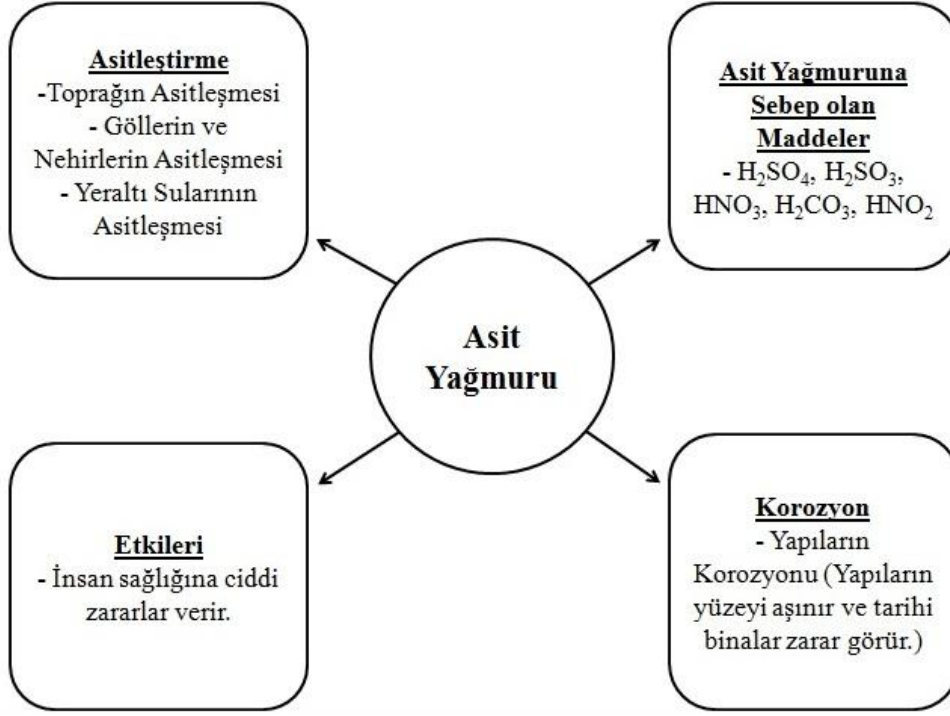


### **İşbirliği Aşaması**

Öğretmen adaylarından “kanın pH’ı düştüğünde veya yükseldiğinde bunun insan vücudu açısından ne gibi sonuçları vardır” sorusunu araştırıp cevaplamaları istenir. Ödevi grup olarak hazırlarlar. Hazırladıkları ödevde öğretmen adaylarından beklenen; “İnsan kanının pH’ı düştüğünde veya yükseldiğinde insan vücudunun dengesi bozulur ve insan hayatı tehlikeye girer. Aynı şekilde yağmurların da pH’ı düştüğünde asitlik arttığı için asit yağmuru olarak adlandırılır ve doğanın dengesi bozulur. Doğadaki birçok canlı bundan zarar görür. İnsan kanının pH’ı düştüğünde verilen dengeleyici çözeltiler insanı tekrar yaşama döndürürken, asit yağmurlarını engellemek için petrol ve kömür tüketimini azaltmalıyız” şeklindeki bilgilere ulaşmalarıdır (URL – 21, 2010). Diğer bir deyişle onlardan beklenen seçmiş olduğumuz bağlam olan asit yağmurlarından dışarı çıkmadan konuyu açıklayabilmeleridir. Öğretmen adayları hazırladıkları ödevleri sunum olarak hazırlayıp, sınıfta arkadaşlarıyla paylaşıp tartışırlar.

### **Transfer Etme Aşaması**

Öğretmen adaylarından bu aşamada daha önceden karşılaşmadıkları gerçek hayattan problemlere öğrendikleri bilgileri kullanarak bir çözüm bulmaları istenir. Örneğin öğretmen adaylarından “bal arısı soktuğunda ne yapmalıyız, eşek arısı soktuğunda ne yapmalıyız” sorusunu yorumlayarak cevaplamaları istenir. Daha sonra seçilen bağlamdan sapmamak adına öğretmen adaylarına Şekil 12’de gösterilen asit yağmurlarının zararlarını gösteren bir kavram ağı dağıtılır ve asit yağmurlarının bu zararlı etkilerinden korunabilmek için neler yapılabilir, çözüm önerileriniz nelerdir sorularını cevaplamaları istenir. Öğretmen adayları bireysel olarak fikirlerini açıkladıktan sonra sınıf ortamında tartışarak bilgi paylaşımında bulunurlar.



Şekil 12. Transfer etme basamağında kullanılan kavram ağı

### 2.5.3. Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi

Mevcut öğretimin yapıldığı sınıfta herhangi bir çalışma yaprağı, deney, KDM, vs. kullanılmamıştır. Dersler araştırmacı tarafından sunum yoluyla anlatılmış olup, konu içerikleri için Petrucci vd. (2008) ve Atkins ve Jones (1999)'un kitaplarından faydalanılmıştır. Kazanımlar YÖK'ün belirlemiş olduğu alt başlıklara göre hazırlanmış olup deney gruplarının kazanımlarıyla aynıdır. Ünitenin kazanımlarına göre dört ayrı ders planı araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Ders planlarına göre ünite kazanımları Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Mevcut öğretim yöntemine uygun hazırlanan ders planlarının kazanımları

1. Ders Planı Kazanımları (100 dakika)	2. Ders Planı Kazanımları (100 dakika)	3. Ders Planı Kazanımları (100 dakika)	4. Ders Planı Kazanımları (100 dakika)
1. Lewis asit ve bazlarını kavrayabilme.	1. pH ve pOH kavramlarını açıklayabilme.	1. Poliprotik asitleri tanımlayabilme.	1. Molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasında ilişki kurabilme.

Tablo 16'nın devamı

<p>2. Arrhenius tanımını kavrayabilme.</p> <p>3. Asit-baz kavramlarını kavrayabilme.</p> <p>4. Brønsted-Lowry asit ve baz tanımını kavrayabilme.</p> <p>5. Konjuge asit-baz çiftlerini gösterebilme.</p> <p>6. Su molekülleri arasında proton değişimini kavrayabilme.</p>	<p>2. Kuvvetli asit ve bazları tanıyabilme.</p> <p>3. Zayıf asit ve bazları tanıyabilme.</p>	<p>2. Poliprotik asitlerde iyonlaşmayı gösterebilme.</p> <p>3. Hidroliz olayını kavrayabilme.</p> <p>4. Asit ve bazların hidrolizini gösterebilme.</p>	<p>2. Bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasında ilişki kurabilme.</p> <p>3. Asidik, bazik ve amfoterik oksitleri tanımlayabilme.</p> <p>4. Oksoasitlerin ve organik asitlerin kuvvetliliğini belirleyebilme.</p>
--	--	--	--

Dersler esnasında bazı sorular örnek olarak araştırmacı tarafından çözümlendikten sonra, konuyla ilgili diğer örnek sorular gönüllü öğretmen adayları tarafından çözümlenmiştir. Dersler deney gruplarında olduğu gibi 8 saat sürmüş olup, ön, son ve gecikmiş testler ile klinik mülakatlar deney gruplarıyla paralel şekilde uygulanmıştır.

### 2.5.3.1. Mevcut Öğretim Yöntemine Örnek Bir Öğretim Materyali

Mevcut öğretime uygun olarak geliştirilen dört ders planından ilki kullanılan konu anlatım materyalleriyle birlikte sırasıyla aşağıda örnek olarak verilmiştir. Hazırlanan konu anlatımları ünitedeki kazanımları kapsayacak şekilde oluşturulmuş olup, sırası geldiğinde öğretmen adaylarına anlatılmış ve örnek sorular çözülmüştür. Ders esnasında kullanılan konu anlatım materyali için Petrucci vd. (2008, s.665-666 ve 698) ile Atkins ve Jones (1999, s.512-514)'tan faydalanılmış olup Şekil 13-20'de birinci ders planı için örnek konu anlatımları sunulmuştur. Bütün derslerde kullanılan konu anlatım materyalleri Ek 6'da sunulmuştur.

## Dikkat Çekme ve Güdüleme Aşaması

Derse asit-baz kavramının tanımıyla başlanmıştır. Öğretmen adayları günlük hayattan asit ve baz örnekleri vererek bu konuda sahip oldukları bilgileri paylaşmışlardır. Böylece öğretmen adaylarının dikkati öğretilcek olan konuya çekilmiş olur.

## Derse Geçiş Aşaması

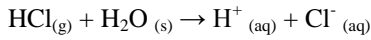
Bu aşamada ise Arrhenius, Brønsted-Lowry ve Lewis'e göre asit-baz tanımları açıklanmış olup, her bir asit-baz tanımına göre önce araştırmacı tarafından daha sonra da öğretmen adayları tarafından örnekler verilmiştir. Bu konuyla ilgili olarak kullanılan konu materyali Şekil 13'te verilmiştir.

### ASİTLER VE BAZLAR

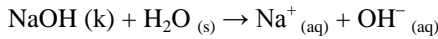
Asit ve bazlar hayatımızda önemli tutan maddeler olup, çoğu tahrip edici özelliğe sahiptir. Özellikle derişik asit ve bazlar vücudumuza değdiğinde cildimize ciddi zararlar verebilir. Asit ve bazlar suda çözüldüklerinde elektriği iletme özelliğine sahip olup, asitlerin tadı ekşi, bazların tadı ise acıdır. Günlük yaşamda kullandığımız asitler sirke, kola, limon gibi maddeler olabileceği gibi bazlar ise kireç çözücüler, amonyak veya çamaşır sodası olabilir. Asit ve bazların genel özelliklerinden sonra tanımlarına geçecek olursak, asit ve bazların tanımının farklı şekillerde yapılmış olduğunu görürüz. Örneğin Arrhenius, Brosted-Lowry ve Lewis tanımları asit ve bazların çeşitli tanımlarını yapmışlardır.

### ARRHENIUS TANIMI

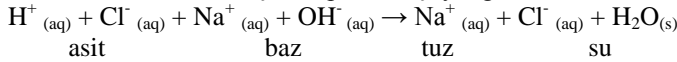
Asit ve bazların bazı davranışları Arrhenius'un yapmış olduğu çalışmalarla açıklanabilir. Arrhenius, kuvvetli bir elektrolitin, sulu çözültisinde iyonlar halinde, zayıf bir elektrolitin ise kısmen iyon, kısmen molekül halinde bulunduğunu ileri sürmüştür. Örneğin HCl molekülleri suda çözüldüğünde tamamen iyonlarına ayrılır.



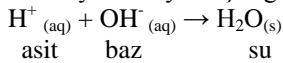
NaOH bazı suda çözüldüğünde katı halde mevcut olan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{OH}^-$  iyonları su moleküllerinin etkisiyle birbirlerinden ayrılırlar.



HCl ve NaOH'ın nötrleşme tepkimesi şöyle gösterilebilir:



Bu olayın net iyon eşitliği şöyledir:



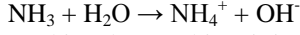
Buna göre Arrhenius tanımına göre nötrleşme tepkimesi hidrojen ve hidroksit iyonlarının su oluşturmak üzere birleşmesidir. Arrhenius tanımının açıklayamadığı konulardan biri  $\text{NH}_3$ 'ün baz olarak davranmasıdır. Arrhenius'a göre bütün bazlar  $\text{OH}^-$  içermelidir, oysa  $\text{NH}_3$ 'te  $\text{OH}^-$  yoktur. Arrhenius tanımının başarısız



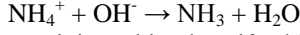
olmasının başlıca nedeni, çözünenin iyonlaşmasında çözücünün anahtar konumunda olduğunu göz ardı etmesidir.

### BRÖNSTED-LOWRY TANIMI

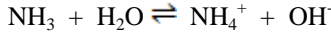
1923 yılında Brønsted Danimarka'da ve Lowry İngiltere'de birbirlerinden habersiz olarak yeni bir asit-baz tanımı önerdiler. Bu tanıma göre, proton veren madde asit, proton alan madde ise bazdır. Böylece Arrhenius tanımı ile açıklanamayan  $\text{NH}_3$ 'ün bazlığı için aşağıdaki eşitlik yazılabilir:



Tepkimede  $\text{H}_2\text{O}$  bir asittir ve  $\text{H}^+$  verir. Bu  $\text{H}^+$  iyonunu bir baz olan  $\text{NH}_3$  alır.  $\text{NH}_3$  zayıf bir baz olduğundan bu tepkimenin tersini de yazabiliriz. Bu yeni tepkimede  $\text{NH}_4^+$  bir asit,  $\text{OH}^-$  bir bazdır.

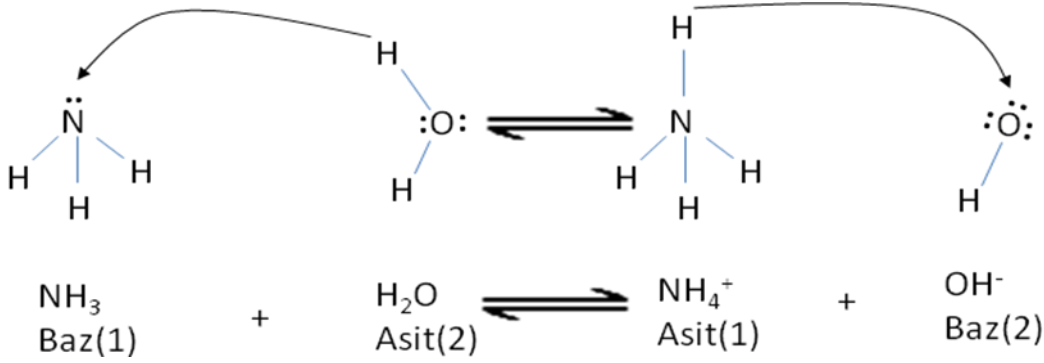


Tersinir tepkimeler çift okla gösterilir. Yazılan bu denge tepkimesinde dört taneciği de asit ve baz olarak işaretleyebiliriz.



baz(1) asit(2) asit(1) baz(2)

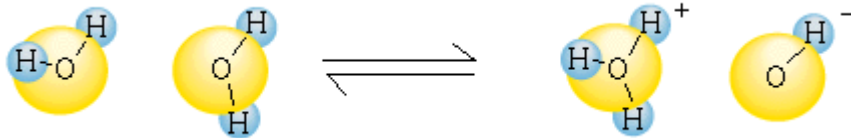
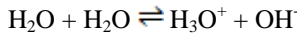
$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  çiftini (1),  $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$  çiftini (2) ile işaretledik. Bu çiftlere konjuge (eşlenik) çiftler denir. Konjuge asit baz çiftlerini belirlerken hangi çiftin (1) ve (2) ile gösterildiğinin bir önemi yoktur.  $\text{NH}_3$  bir proton aldığı için bazdır ve onun proton almış hali  $\text{NH}_4^+$ 'dir ve  $\text{NH}_3$ 'ün konjuge asididir.  $\text{H}_2\text{O}$  bir asit ve  $\text{OH}^-$  onun konjuge bazıdır.



Bu tepkime için denge sabiti ifadesi:  $K_c = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$

Sulu amonyak çözeltisinde  $\text{H}_2\text{O}$  molekülleri, diğerlerine göre fazla sayıda olduğundan ve su çözücü olan aktifliği bir (1) olduğundan denge sabiti ifadesine yazılmaz:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \times 10^{-5}$$



$$K = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

25°C'de saf su içerisinde:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ M}$

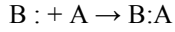
Suyun iyonlaşmasının denge sabitine su iyonları çarpımı denir ve  $K_{su}$  ile simgelenir.

$$K_{su} = 1,0 \times 10^{-14}$$

### LEWIS ASİT BAZ TANIMI

1923 yılında Lewis'in ortaya attığı tanıma göre asitlik ve bazlık  $\text{H}^+$  ve  $\text{OH}^-$  verme ile sınırlı değildir. Gaz ve katı fazlara da genişletilebilir. Lewis asidi elektron çifti alabilen, Lewis bazı ise elektron çifti verebilen

taneciklerdir. Bir diğ er deyiş le ortaklanmamış elektron çifti taşıyan yani bir kovalent bağ oluşturmak için elektron çifti veren bileşik baz, kovalent bağ oluşturmak için bir bazdan elektron çifti alan bileşik asittir.



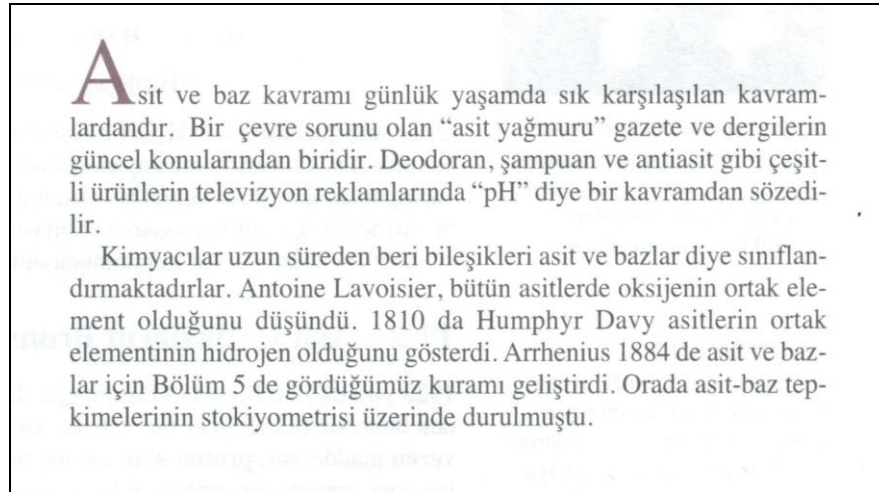
Bir türün başka bir türe elektron çifti vermesiyle kovalent kimyasal bağ oluşumuna koordinasyon denir ve Lewis asidi ile Lewis bazını birleştiren bağa ise koordine kovalent bağ denir.

Lewis asit-baz tanımının önemli bir uygulaması, kompleks iyonların oluşumlarını içermektedir. Hidratize metal iyonları sulu çözeltilerde oluşur, çünkü su molekülleri Lewis bazı olarak, metal iyonları ise Lewis asidi olarak davranır. Su molekülleri, metal iyonları ile koordine kovalent bağ oluşturarak bağlanırlar. Örneğin;



Şekil 13. Asit-baz kavramları ve asit-baz tanımları ile ilgili kullanılan konu materyali

Bu konuyla ilgili olarak kullanılan konu materyali ve faydalanılan kaynaktan alıntılar (Petrucci vd., 2008, s:665-666, 698; Atkins ve Jones, 1999, s:512-514) Şekil 14, 15 ve 16'da verilmiştir.



Şekil 14. Asit-baz tanımıyla ilgili konu materyali (Petrucci vd., 2008; s:665)

## 17-1 Arrhenius Kuramı: Sunuş

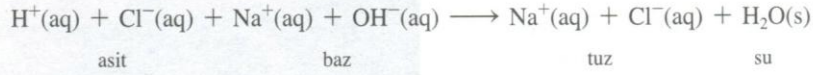
Asitler ve bazların bazı davranış biçimleri, Svante Arrhenius'un elektrolitlerin ayrışması (Kesim 14-9) ile ilgili çalışmaları sırasında geliştirdiği kuram ile açıklanabilir. Arrhenius, kuvvetli bir elektrolitin, sulu çözeltisinde iyonlar halinde, buna karşılık zayıf bir elektrolitin kısmen iyon, kısmen molekül halinde bulunduğunu ileri sürmüştür. HCl, suda çözündüğünde, HCl molekülleri tamamen iyonlarına ayrılır ve ürünlerden biri hidrojen iyonu,  $H^+$ , dur.



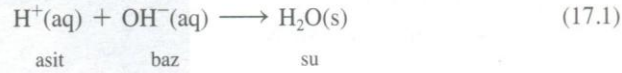
NaOH bazı suda çözündüğü zaman da katı halde mevcut olan  $Na^+$  ve  $OH^-$  iyonları su moleküllerinin etkisiyle birbirlerinden ayrılırlar (Şekil 14-6).



HCl ve NaOH in nötrleşme tepkimesi iyonik bir tepkimeyle gösterilebilir.

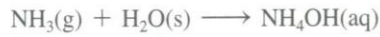


Bu olayı en iyisi net iyonik eşitlikle göstermektir.



Eşitlik (17.1) Arrhenius kuramının temelidir: *Nötrleşme tepkimesi hidrojen ve hidroksit iyonlarının su vermek üzere birleşmesidir.*

Arrhenius kuramı, ilk başarılarına ve hâlâ kullanılabilir olmasına karşın, sınırlı bir kuramdır. Bu kuramın açıklamakta başarısız olduğu konulardan biri amonyakın ( $NH_3$ ) baz olarak davranmasıdır. Arrhenius kuramına göre bütün bazlar  $OH^-$  iyonu içermelidir. Oysa  $NH_3$  ta  $OH^-$  iyonu yoktur! Kimyacılar bu açmazdan kurtulmak için, sulu amonyak çözeltilerinin amonyum hidroksit,  $NH_4OH$ , bileşiğini içerdiğini ve bu zayıf bazın kısmen  $NH_4^+$  ve  $OH^-$  iyonlarına ayrıştığını düşünmeye başladılar.



Oysa sulu çözeltilerde  $NH_4OH$  bileşiğinin varlığını gösteren hiç bir kanıt yoktur. Kuramsal ya da varsayıma dayanan maddelerin varlığına dayanan böyle kuram ve varsayımlar karşısında daima bir soru işareti taşırız. Kesim 17-2 de göreceğimiz gibi, Arrhenius kuramının başarısız olmasında başlıca neden, çözünenin iyonlaşmasında çözücünün anahtar konumunda olduğunu gözardı etmesidir.

Şekil 15. Arrhenius asit-baz tanımıyla ilgili konu materyali (Petrucci vd., 2008; s:666)

## 17-2 Asit ve Bazların Brønsted–Lowry Kuramı

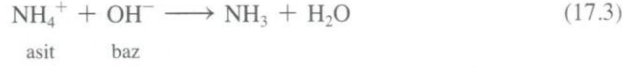
1923 yılında J.N. Brønsted Danimarka'da ve T.M. Lowry İngiltere'de birbirlerinden habersiz olarak yeni bir asit-baz kuramı önerdiler. Bu kurama göre, **proton veren** madde asit, **proton alan** madde bazdır. Asit ve bazlar için yapılan bu tanıma göre, amonyağın Arrhenius kuramıyla açıklanması zor olan bazlığını belirtmek için aşağıdaki eşitliği yazabiliriz.

Şekil 16. Bronsted-Lowry asit-baz tanımıyla ilgili konu materyali (Petrucci vd., 2008; s:666)

Araştırmacı konjuge asit-baz çiftlerine değinerek su molekülleri üzerinde konjuge asit-baz çiftlerini göstermiştir. Daha sonra su molekülleri arasında gerçekleşen proton değişimini anlattıktan sonra konuyla ilgili olarak çeşitli örnek sorular gönüllü öğretmen adayları tarafından tahtada çözülmüştür. Bu konuyla ilgili olarak kullanılan konu materyali Şekil 17, 18 ve 19'da verilmiştir.



tepkimesinde H<sub>2</sub>O bir *asittir* ve H<sup>+</sup> verir. Bu H<sup>+</sup> iyonunu bir *baz* olan NH<sub>3</sub> alır. Bu H<sup>+</sup> iyonu aktarımı sonunda NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonları oluşur. (Arrhenius kuramına göre varsayılan NH<sub>4</sub>OH da aynı iyonları verir). NH<sub>3</sub>(aq) zayıf bir baz olduğundan, (17.2) nin *tersini* de yazabiliriz. Bu yeni tepkimede NH<sub>4</sub><sup>+</sup> bir *asit* ve OH<sup>-</sup> bir *bazdır*.



Tersinir bir tepkime çift okla gösterilir. Yazılan bu denge tepkimesinde dört tane-çiği de “asit” ve “baz” diye işaretleyebiliriz.



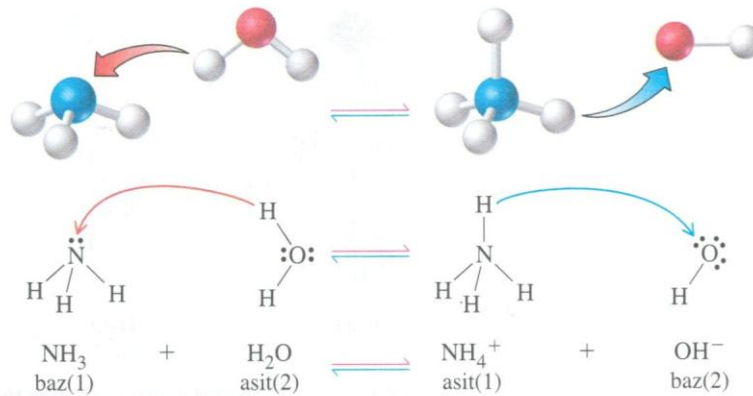
Biz burada NH<sub>3</sub> / NH<sub>4</sub><sup>+</sup> çiftini “(1)”, H<sub>2</sub>O/OH<sup>-</sup> çiftini “(2)” ile işaretledik. Bu çiftlere *eşlenik çiftler* denir. NH<sub>3</sub> bir proton aldığı için bazdır ve onun proton almış şekli olan NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NH<sub>3</sub> ün **eşlenik asididir**. Benzer şekilde, (17.4) de H<sub>2</sub>O bir asit ve OH<sup>-</sup> onun **eşlenik bazıdır**. Şekil 17-1 iki yönlü (17.4) tepkimesinde proton aktarımını göstermektedir.

Bölüm 16 da öğrendiklerimize göre, (17.4) tepkimesi için denge sabiti ifadesini aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$K_c = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

Bununla birlikte, sulu amonyak çözeltisinde H<sub>2</sub>O molekülleri; NH<sub>3</sub> molekülleri, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonlarına göre daha fazla sayıda olup, çözücü olan su aktifliği bir (1) olan saf sıvıdır (sayfa 631 i hatırlayınız). Bu nedenle, denge sabiti ifadesine [H<sub>2</sub>O] derişimi konulmaz.

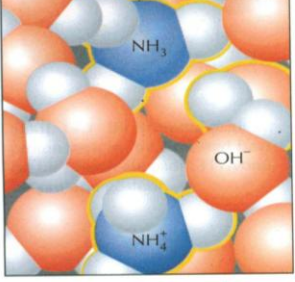
$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \times 10^{-5}$$



▲ **ŞEKİL 17-1** Bronsted-Lowry Asit-Baz Tepkimesi: zayıf baz

Şekildeki oklar (17.4) tepkimesindeki proton aktarımını göstermektedir. Kırmızı oklar ileriye doğru, mavi oklar ise geriye doğru olan tepkimeyi gösterir. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> iyonu H<sub>2</sub>O dan daha kuvvetli bir asit ve OH<sup>-</sup> iyonu NH<sub>3</sub> dan daha kuvvetli bir baz olduğundan, sola doğru olan tepkime, sağa doğru olandan daha kolay gerçekleşir. Bu nedenle, NH<sub>3</sub> çok az iyonlaşır.





**ŞEKİL 14.5** Sudaki amonyak çözeltisini gösteren bu temsili şekilde, bazı amonyak moleküllerinin hala var olduğunu görmekteyiz. Bunun nedeni, amonyak moleküllerinin tamamının sudan hidrojen iyonu almamalarıdır. Tipik bir çözeltide pratikçe her 100 NH<sub>3</sub> molekülünden sadece 1 tanesi proton bağlar.

### 14.2 KONJÜGE ASİTLER VE BAZLAR

CH<sub>3</sub>COOH suda çözüldüğünde, hidronyum ve asetat iyonları oluşur:

$$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{suda}) \quad (1)$$

Ancak bir asetat iyonu da, bir proton vericisinden proton alarak asetik asit molekülüne dönüşebilir:

$$\text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{suda}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \quad (2)$$

Bu durumda asetat iyonu bir bazdır. Asetat iyonu asetik asidin proton kaybetmesiyle oluşan bir baz olduğundan, asetik asidin **konjuge bazı** olarak adlandırılır. Genel olarak, aşağıdaki ifade geçerlidir:

$$\text{asit} \xrightarrow{\text{H}^+ \text{ verir}} \text{konjuge baz}$$

CH<sub>3</sub>COOH asetat iyonuna bir proton bağlanması ile oluşan bir asit olarak düşünüldüğünde, CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub><sup>-</sup> bazının **konjuge asididir**. Genel olarak,

$$\text{baz} \xrightarrow{\text{H}^+ \text{ alır}} \text{konjuge asit}$$

ifadesini yazabiliriz. Buna göre HCl, Cl<sup>-</sup>'nin; OH<sup>-</sup> ise, O<sup>2-</sup>'nin konjuge asididir.

*Bir asidin konjuge bazı, bu asidin proton vermesi sonucu oluşan bazdır. Bir bazın konjuge asidi ise, bu bazın bir proton almasıyla oluşan asittir.*

**ALİŞTİRMA 14.1A** (a) CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> ve CN<sup>-</sup>'nin konjuge asitlerinin (b) HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> ve HI'nın konjuge bazlarının kimyasal formüllerini yazınız.  
[Cevap: (a) CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup> ve HCN; (b) SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ve I<sup>-</sup>]

**ALİŞTİRMA 14.1B** (a) NH<sub>3</sub> ve CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>'ün konjuge asitlerinin; (b) NH<sub>3</sub> ve HNO<sub>3</sub>'ün konjuge bazlarının kimyasal formüllerini yazınız.

Şekil 18. Konjuge asit-baz çiftleriyle ilgili kullanılan diğer konu materyali (Atkins ve Jones, 1999; s:512)

### 14.3 SU MOLEKÜLLERİ ARASINDA PROTON DEĞİŞİMİ

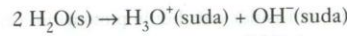
Su bir asit midir, bir baz mıdır, yoksa hiç biri değil midir? Bir su molekülünün bir asit molekülünden bir proton alarak  $H_3O^+$  iyonu oluşturduğunu gördük. O halde su bir bazdır. Öte yandan su molekülünün, bir baza proton vererek  $OH^-$  iyonuna dönüşebildiğini biliyoruz. Öyleyse su aynı zamanda bir asittir. Buna göre su hem bir proton vericisi hem de bir proton alıcısı olarak davranabildiğinden **amfiprotiktir** denir.

Ortamda başka herhangi bir asit veya baz olmasa bile su molekülleri arasında proton aktarımı olur:

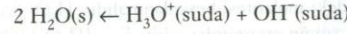
**Amfi** Ön eki yunanca "her ikisi" anlamından gelmektedir.

512

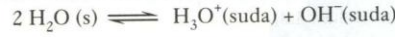
BÖLÜM 14 PROTON AKTARIMI: ASİTLER VE BAZLAR



$H_3O^+$ 'nın bir asit ve  $OH^-$ 'in bir baz olduğunu bildiğimize göre ters yönde de bir reaksiyon gerçekleşebilir:



Protonların aktarımı çok hızlı olup suda ve sulu çözeltilerde



dengesi çok çabuk kurulur. Bir molekülden aynı cins diğer bir moleküle proton aktarıldığı böyle reaksiyonlara **otoprotoliz** adı verilir (Şekil 14.6).

Suyun otoprotolizi için denge ifadesi şöyledir:

$$K_c = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]^2}$$

Saf su içinde ve suyun çözücü olduğu seyreltik çözeltilerde, suyun molar derişimi pek değişmez ve sabit bir değer olarak  $K_c$  ile birleştirilir. Sonuç olarak, elde edilen ifadeye suyun **otoprotoliz sabiti** denir ve  $K_{su}$  ile gösterilir:

$$K_{su} = [H_3O^+][OH^-]$$

Yapılan deneylerden  $25^\circ C$ 'da saf suda  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  derişimlerinin  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  olduğu bilinmektedir. Buna göre

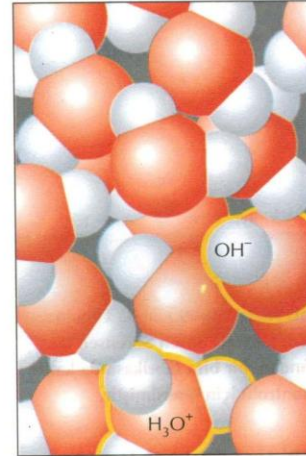
$$K_{su} = (1,0 \times 10^{-7}) \times (1,0 \times 10^{-7}) = 1,0 \times 10^{-14}$$

Saf suda  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  derişimlerinin çok küçük olması saf suyun niçin çok zayıf bir iletken olduğunu açıklar. Bu kitaptaki her bir harfi bir su molekülü olarak varsayacak olursak, iyonlaşmış su molekülleri 50'den fazla kitaptaki harflerden sadece 1 tanesi kadar seyrekler.

$K_{su}$  bir denge sabiti olduğundan,  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  iyonlarının molariteleri çarpımı daima  $K_{su}$ 'e eşittir. Hem hidronyum, hem hidroksit iyonlarının molaritelerini aynı anda arttıramayız. Asit ekleyerek  $H_3O^+$  iyon derişimini artırabiliriz. Bu durumda  $K_{su}$  değerini korumak için  $OH^-$  iyonu derişimi azalmalıdır. Aksine baz ekleyerek  $OH^-$  iyonları derişimini artırabiliriz, fakat bu durumda  $H_3O^+$  derişimi azalmalıdır. Otoprotoliz dengesi  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  iyonları molariteleri arasında tahtırevelli gibi bir ilişki sağlar. Biri artarken diğeri azalır (Şekil 14.7).

*Sulu çözeltilerde  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  iyonlarının derişimleri otoprotoliz dengesine göre birbirleriyle ilişkilidir; birinin derişimi arttırılırsa,  $K_{su}$  değerini korumak için diğeri azalmalıdır.*

**Otoprotoliz sabitinin diğeri bir adı otoiyonizasyon sabitidir.**



Şekil 19. Su molekülleri arasındaki proton değişimiyle ilgili konu materyali (Atkins ve Jones, 1999; s:512-513)

Gerekli olduğu durumlarda araştırmacı müdahale ederek öğretmen adaylarının takıldığı durumlarda yardımcı olmuştur. Araştırmacı öğretmen adaylarına sık sık anlamadıkları noktaları sormalarını istemiştir.

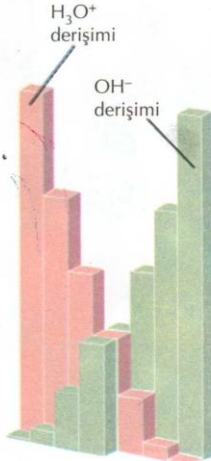
### Bireysel Öğrenme Etkinlikleri Aşaması

Bu aşamada öğretmen adayları sorulan örnek soruların çözümüne gönüllü olanlar bireysel olarak katılmışlardır. Bu aşamada kullanılan sorulara örnek Şekil 20’de verilmiştir.

**ÖRNEK 14.1** Kuvvetli bir baz çözeltisinde iyonların molaritelerinin hesabı

0,030 M Ba(OH)<sub>2</sub>(suda) çözeltisinde, 25°C’da, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> molariteleri nedir?

14.3 SU MOLEKÜLLERİ ARASINDA PROTON DEĞİŞİMİ 513



SEKİL 14.7 Suda (saf su veya sulu)

**STRATEJİ** Kuvvetli asitler suda bütün protonlarını verirler. Benzer şekilde kuvvetli bazlar suda OH<sup>-</sup> vererek tamamen iyonlaşır. Önce bazın kuvvetli baz olup olmadığına karar verilmelidir. Eğer kuvvetli baz ise, her formül başına kaç tane OH<sup>-</sup> iyonu elde edileceği kararlaştırılmalı ve daha sonra bu iyonların çözeltideki molaritesi hesaplanmalıdır. H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonlarının molaritesini bulmak için suyun otoprotoliz sabiti  $K_{su} = [H_3O^+][OH^-]$  kullanılır.

**ÇÖZÜM** Baryum hidroksit bir toprak alkali metalin hidroksiti olup kuvvetli bir bazdır (Bölüm 3.8).

$$Ba(OH)_2(k) \rightarrow Ba^{2+}(suda) + 2 OH^-(suda)$$

eşitliğine göre Ba(OH)<sub>2</sub> ≈ 2 OH<sup>-</sup> dir. Ba(OH)<sub>2</sub> molaritesi 0,0030 mol·L<sup>-1</sup> olduğundan, OH<sup>-</sup> derişimi bunun iki katı yani 0,0060 mol·L<sup>-1</sup>’dir. Bu durumda H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonları molaritesi şöyle bulunur:

$$[H_3O^+] = \frac{K_{su}}{[OH^-]} = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{0,0060} = 1,7 \times 10^{-12}$$

Yani, çözeltide H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonlarının molaritesi 1,7 × 10<sup>-12</sup> mol·L<sup>-1</sup>’dir.

iyonları ve su moleküllerinden oluşmuştur. Otoprotoliz sonucu hidronyum ve hidroksit iyonları derişimleri sadece 10<sup>-7</sup>mol·L<sup>-1</sup> olup 200 milyon molekülden sadece 1 molekül iyonlaşır.

Şekil 20. Suyun otoprotolizi hakkında örnek soru (Atkins ve Jones, 1999; s:513-514)

Öğretmen adaylarına daha kapsamlı olduğu için en son olarak Lewis tanımından bahsedilmiştir. Bu konuyla ilgili olarak kullanılan konu materyali Şekil 21’de sunulmuştur.



## 17-9 Lewis Asit ve Bazları

1923 de G.N. Lewis asitlik ve bazlık ile yapı arasındaki ilişkiyi de içeren bir kuram ortaya attı. Lewis asit-baz kuramı denen bu kurama göre, asitlik ve bazlık  $H^+$  ve  $OH^-$  verme ile sınırlı değildir. Gaz ve katı fazlara da genişletilebilir. Bu kuram organik moleküller arasındaki belli tepkimelerin anlaşılmasında özellikle önemlidir.

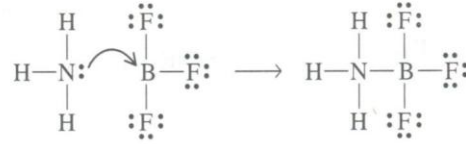
*Lewis asidi* elektron çifti alabilen tanecikler (atom, iyon ya da moleküller) dir. *Lewis bazı* ise elektron çifti verebilen taneciklerdir. Bir Lewis asidi (A) ile bir Lewis bazının (B:) tepkimesi, bu iki tanecik arasında bir kovalent bağ oluşturur. Bir Lewis asit-baz tepkimesinde oluşan ürün bir *katılma ürünü* olarak adlandırılır. Bu tepkime aşağıdaki gibi gösterilebilir.



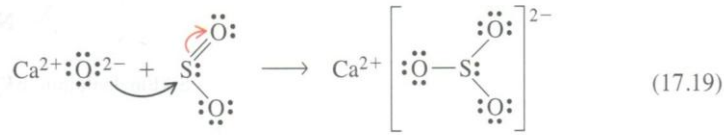
Bir türün başka bir türe elektron çifti vermesiyle kovalent kimyasal bağ oluşumuna *koordinasyon* denir ve Lewis asidi ile Lewis bazını birleştiren bağa ise *koordine kovalent bağ* adı verilir (bakınız sayfa 393). Genel olarak, Lewis asitlerinde elektron alabilen boş orbitaller (elektron yalağı), Lewis bazlarında ise ortaklanabilecek, elektron çiftleri bulunur.

Bir Brønsted-Lowry bazı olan  $OH^-$  iyonu, oksijen üzerinde ortaklanmamış elektron çiftleri bulundurduğundan, aynı zamanda bir Lewis bazıdır. Yine  $NH_3$  de bir Lewis bazıdır. Diğer taraftan, HCl bir Lewis asidi değildir. Çünkü bir elektron çifti alamaz. Bununla birlikte, HCl molekülünü  $H^+$  veren bir tanecik olarak düşünebiliriz.  $H^+$  bir kovalent bağ oluşturmak üzere bir elektron çifti alabileceğinden, Lewis asididir.

Değerlik kabuğu tam dolmamış (oktetini tamamlamamış) bileşikler Lewis asidi olarak kabul edebiliriz. Böyle bileşikler Lewis bazı ile koordine kovalent bağ yaparak oktetlerini tamamlayabilirler. Buna en iyi örneklerden biri  $BF_3$  ile  $NH_3$  in tepkimesidir.



Kirecin ( $CaO$ ) kükürt dioksitle verdiği tepkime, kömürle çalışan elektrik santrallerinden çıkan  $SO_2$  nin tutulmasında kullanılan önemli bir tepkimedir. Bir katı ile bir gaz arasında meydana gelen bu tepkime, Lewis asit-baz tepkimesinin maddenin bütün hallerinde olabileceğini göstermesi bakımından dikkat çekicidir. (17-19) Tepkimesinde kırmızı ok Lewis yapısındaki bir elektron çiftinin yeniden düzenlendiğini ifade eder.



Şekil 21. Lewis tanımıyla ilgili konu materyali (Petrucci vd., 2008; s:698)

## Değerlendirme Aşaması

Konunun ardından Bronsted-Lowry ve Lewis tanımlarını kapsayan örnek sorular gönüllü öğretmen adaylarıyla birlikte tahtada çözülmüştür. Örnek sorular Şekil 22’de gösterilmiştir.

**Sorular**

**1.** Aşağıdaki reaksiyonlarda konjuge asit ve bazları gösteriniz.

a)  $\text{HOBr} + \text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(suda)} + \text{OBr}^-$

b)  $\text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(suda)} + \text{HCO}_3^-_{(suda)}$

c)  $\text{HNO}_3^-_{(suda)} + \text{HPO}_4^{-2}_{(suda)} \rightleftharpoons \text{NO}_3^-_{(suda)} + \text{H}_2\text{PO}_4^{-2}_{(suda)}$

d)  $\text{HSO}_3^-_{(suda)} + \text{NH}_4^+_{(suda)} \rightleftharpoons \text{NH}_3_{(suda)} + \text{H}_2\text{SO}_3_{(suda)}$

e)  $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}_{(suda)} + \text{OH}^-$

f)  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(suda)} + \text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(suda)} + \text{CH}_3\text{COO}^-_{(suda)}$

**2.** Lewis teorisine göre aşağıdaki reaksiyonlardaki asit ve bazları belirleyiniz.

a)  $\text{B}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightarrow [\text{B}(\text{OH})_4]^-$

b)  $\text{BF}_3 + \text{F}^- \rightarrow \text{BF}_4^-$

c)  $\text{Ag}^+_{(suda)} + 2 \text{CN}^-_{(suda)} \rightarrow [\text{Ag}(\text{CN})_2]^-_{(suda)}$

d)  $\text{OH}^-_{(suda)} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{HCO}_3^-_{(suda)}$

Şekil 22. Bronsted-Lowry ve Lewis tanımlarıyla ilgili çözülen örnek sorular

## 2.6. Pilot Uygulama

Araştırmada kullanılan öğretmen adayı ve öğretim elemanı materyalleri ile veri toplama araçlarının işlevlerinin belirlenmesi ve eksikliklerinin giderilmesi amacıyla pilot

uygulama yapılmıştır. Geliştirilen öğretim elemanı ve öğretmen adayı materyallerinin pilot uygulamaları 2009–2010 bahar yarıyılında Mart ayında Giresun Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adayları ile birlikte (N=91) yapılmıştır. Pilot uygulama ile öğretmen adaylarının materyallerde anlamakta zorluk çektikleri noktalar tespit edilmiş, materyallerin okunabilirliği sağlanmış, dili sadeleştirilmiş, gerekli düzenlemeler ve düzeltmeler yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan ABKT pilot uygulama olarak 2009–2010 akademik yılının bahar yarıyılında 91 öğretmen adayına ( $N_{SE}=33$ ,  $N_{REACT}=32$ ,  $N_{Kontrol}=26$ ) uygulanmıştır. Sınıfların normal mevcudu 40 kişi olmasına rağmen, örneklem sayısı bütün gruplarda çalışmanın başladığı güne göre bir azalma içindedir. Bunun sebebi ise ön test, son test veya gecikmiş testten herhangi birine girmeyen öğretmen adayının örneklem grubundan çıkarılmış olup, analizlere dahil edilmemesidir.

Araştırmada kullanılan KTDA pilot uygulama olarak Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesinde öğrenim görmekte olan Genel Kimya dersini almış veya almakta olan Fen Bilgisi ve Sınıf Öğretmenliği 1. ve 2. sınıflarda öğrenim görmekte olan toplam 290 öğretmen adayına uygulanmış olup bunlardan 279 tanesi geçerli sayılmıştır. 11 kişinin anketlerinin geçersiz sayılmasının sebebi bu öğretmen adaylarının her bir madde için birden fazla cevap vermiş olmalarıdır. Anketin güvenilirlik katsayısı (Cronbach alpha) 0.82 olarak hesaplanmıştır.

Uygulamadan önce öğretmen adaylarına ABKT ve KDTA ön test olarak uygulanmıştır. Daha sonra geliştirilen materyaller sınıfta veya gerektiğinde laboratuvar ortamında öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Uygulamalar bittikten hemen sonra aynı testler son test olarak uygulanmıştır. Son testin uygulanmasından yaklaşık on hafta sonra öğretmen adaylarının öğrendikleri kavramları uzun süreli bellekte ne kadar tutabildiklerini tespit edebilmek amacıyla, diğer bir deyişle öğrenirken kullanılan modelin kalıcılığa ne kadar etkisinin olduğunu belirleyebilmek amacıyla aynı testler gecikmiş test olarak tekrar uygulanmıştır.

Öğretmen adaylarının ön ve son testlerden aldıkları puanlar göz önünde bulundurulmadan, klinik mülakat sorularının pilot çalışması olarak örneklemden rastgele seçilmiş olan dokuz öğretmen adayıyla (her sınıftan üç öğretmen adayıyla) ayrıca mülakatlar yürütülmüştür. Mülakatlar daha sonra transkript edilerek ilk bölüm için cevaplar “tam anlama”, “kısmen anlama” ve “alternatif kavramlı anlama” şeklinde

sınıflandırılarak frekanslar hesaplanırken, ikinci bölüm için temalar oluşturularak kodlanmıştır.

Pilot uygulamalar esnasında 5E modeli ve REACT stratejisinin uygulandığı sınıflardaki öğretmen adayları daha önceden alışkın oldukları öğretim yönteminden farklı bir şekilde derslerin işlenmesine biraz tepkili ve önyargılı yaklaşmışlardır. Araştırmacıya sürekli olarak “dersi neden biz anlatıyoruz, daha ne kadar çalışma yapacağı dolduracağız” şeklinde sorular sormuş olup, etkinliklere beklenildiği ölçüde iştirak edememişlerdir. Bu sebeple asıl uygulamadan önce öğretmen adaylarının uygulamalara alışması ve neyle karşılaşacaklarını öğrenmeleri açısından tanıtım dersleri yapılmasına karar verilmiştir.

### **2.6.1. Pilot Uygulama Sonucunda ABKT’de Yapılan Değişiklikler**

ABKT’nin ilk bölümünde öğretmen adaylarının soruya verdiği cevabın nedenini işaretlediği ikinci aşamasında beş seçenek bulunmaktaydı. İlk dört seçenek araştırmacı ve uzmanların uygun gördüğü nedenler, beşinci seçenek ise öğretmen adaylarının serbestçe yazabilmesi için boş bırakılmış olan seçenektir. Ancak pilot çalışma esnasında öğretmen adaylarının ön, son veya gecikmiş testin hiçbirinde bu boş seçeneği kullanmadıkları görülmüştür. İşlerliği olmadığı düşüncesiyle asıl uygulamada böyle boş bir seçenek bırakılmamıştır.

ABKT’den elde edilen verilerin analizinde, pilot uygulamadan elde edilen veriler araştırmacının hazırlayıp puanladığı bir puanlama cetveline göre puanlanıp elde edilmişti. Ancak bu durum çok objektif ve doğru sonuçlar getirmeyeceği düşüncesiyle, iki ayrı kimya eğitimi uzmanından ABKT için cevap anahtarı oluşturmaları istenmiş, daha sonra araştırmacının cevaplarıyla olan uyumları kontrol edilmiştir. Araştırmacı verilen cevapların nedenini uzmanlarla tekrar görüşerek herhangi bir yanlış anlama olasılığını da ortadan kaldırdıktan sonra araştırmacının birinci uzmanla olan uyumu %75.54, ikinci uzmanla olan uyumu %72.66’dır. Ortalama uyum ise %74.10 olarak gerçekleşmiştir. Bu aşamadan sonra araştırmacı ABKT’leri değerlendirmiş ve verileri elde etmiştir.

ABKT kimya uzmanlarının önerileri doğrultusunda görünüş geçerliği sağlanmak üzere değerlendirilmiş ve sayfa düzeni, okunabilirliği açısından puntosu tekrar düzenlenmiştir.

### **2.6.2. Pilot Uygulama Sonucunda KTDA'da Yapılan Değişiklikler**

Pilot uygulama esnasında kullanılan tutum ölçeği Geban vd. (1994) tarafından yapılan ve güvenilirliği 0.83 olarak hesaplanmış olan tutum ölçeğidir. Ancak asıl uygulama için Dalgety vd. (2003) tarafından geliştirilmiş olan kimya tutum ve deneyimleri anketi tutum ölçeği olarak kullanılmıştır. Bunun sebebi ise Dalgety vd. (2003)'ün geliştirmiş olduğu tutum ölçeğinin daha güncel olması ve teorik temelinin daha sağlam olduğu düşüncesidir. Ayrıca bu ölçek, yalnızca öğretmen adaylarının kimya dersine karşı geliştirmiş oldukları tutumları belirlemekle kalmamakta, öğretmen adaylarının kimya ile ilgili deneyimleri hakkında da bilgi vermektedir. Bu açıdan bakıldığında öğretmen adaylarının ders esnasında kimya ile ilgili yaşamış oldukları deneyimlerinin neler olduğunun tespit edilmesi ve bu deneyimlerin kimyaya karşı tutumlarını nasıl etkilediğinin öğrenilmesi açısından Dalgety vd. (2003)'ün geliştirmiş olduğu KTDA'in bu çalışma için daha uygun olduğu söylenebilir.

KTDA, asıl uygulamada kullanılmadan önce geçerliği ve güvenilirliğinin belirlenmesi için bir ön çalışmaya tabi tutulmuş olup, geçerliği için yabancı dil, kimya ve fen eğitimi uzmanlarının görüşleri alınmış olup, anket ayrıca beş öğretmen adayına uygulanmıştır. Uzmanların görüşleri doğrultusunda dil konusunda ve anketteki maddeler konusunda gerekli düzenlemeler yapılmış olup ayrıca uygulama yapılan öğretmen adaylarına anlaşılmayan maddeler olup olmadığı, herhangi bir ekleme, çıkarma veya düzeltme yapılması gerekip gerekmediği sorulmuş, bunun sonucunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Daha sonra pilot çalışma olarak 290 öğretmen adayına uygulanmıştır.

KTDA orijinalinde ve pilot uygulama esnasında yedi alt boyuttan oluşmaktaydı. Anketin pilot çalışması sonucunda yapılan analizler neticesinde toplam üç faktör elde edilmiştir: Kimya ile ilgilenen insanlar (1-6., 8. maddeler), Kimya araştırmaları (9-12. maddeler), Kimya meslekleri (16-19. maddeler). Toplam 3 alt boyut ve bu alt boyutlarda toplam 14 madde ankette yer almıştır.

### **2.6.3. Pilot Uygulama Sonucunda 5E Öğretim Modeline Göre Hazırlanan Materyallerde Yapılan Değişiklikler**

Pilot uygulama sonucunda 5E öğretim modeline göre hazırlanan materyallerde aksayan yönler tespit edilmiş olup, yapılan değişiklikler aşağıda sunulmuştur.

1. Birinci ders planının keşfetme basamağında kullanılan deneyle ilgili dağıtılan rehber materyalde deneyde kullanılan maddelerin asit ya da baz olarak sınıflandırılması istenmişti. Ancak öğretmen adaylarının nötr olduğunu düşündükleri maddelerin de olabileceği düşünülerek asıl çalışmada asit, baz ya da nötr olarak gruplandırmaları istenmiştir.
2. İkinci ders planının derinleşme basamağında kullanılan hidroliz kavramsal değişim metni pilot uygulamada öğretmen adaylarına dağıtılmış olup, okumaları sağlandıktan sonra değerlendirme basamağına geçilmiştir. Ancak öğretmen adaylarının bazılarının kavramsal değişim metnini okumadığı görüldüğünden, asıl uygulamada dağıtılan kavramsal değişim metnindeki hidroliz konusunda öğretmen adaylarının yorumları alınmış, tartışma ortamı sağlanarak anlamaları hedeflenmiştir.
3. Pilot uygulamada öğretmen adaylarının mülakatta “asit baz kuvvetliliği nelere bağlıdır” sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde iyonlaşma yüzdesine yeteri kadar değinmedikleri tespit edildiğinden asıl uygulamada keşfetme basamağında asit-baz kuvvetliliğinin bağlı olduğu faktörler ile ilgili olan rehber materyale iyonlaşma yüzdeleri ile ilgili bir soru eklenmiştir.

#### **2.6.4. Pilot Uygulama Sonucunda REACT Stratejisine Göre Hazırlanan Materyallerde Yapılan Değişiklikler**

1. Birinci ders planının tecrübe etme basamağında kullanılan deneyle ilgili dağıtılan rehber materyalde deneyde kullanılan maddelerin asit ya da baz olarak sınıflandırılması istenmişti. Ancak öğretmen adaylarının nötr olduğunu düşündükleri maddelerin de olabileceği düşünülerek asıl çalışmada asit, baz ya da nötr olarak gruplandırmaları istenmiştir.
2. Pilot uygulama esnasında öğretmen adaylarına yaptırılan ders sunumları için verilen ödevi grup içinde paylaştıkları ve öğretmen adaylarının sadece kendilerine düşen iş ile ilgilendikleri gözlemlenmiştir. Böylece bir gruptaki her bir öğretmen adayı ödevin sadece bir kısmını çalışıp derse gelmiş oluyordu. Ancak asıl uygulamada gruptaki her bir öğretmen adayının ödevin

tamamına hakim olması gerektiği özellikle vurgulanmış olup, bu olumsuz durumun önüne geçilmesi sağlanmıştır.

3. Pilot uygulamada ikinci ders planının transfer etme basamağında asit-baz kuvvetliliğiyle ilgili kullanılan rehber materyalde bulunan reaksiyonların kuvvetli asit-baz yönünden zayıf asit-baz yönüne gitme eğilimleri ile ilgili soru asıl uygulamada çalışmadan çıkarılmıştır. Bunun sebebi sorunun konuyla direkt bağlantısı olmadığı düşüncesi ve soruyla ilgili herhangi bir teorik bilgiye ders esnasında değinilmemiş olmasıdır.
4. Pilot uygulamada öğretmen adaylarının mülakatta “asit baz kuvvetliliği nelere bağlıdır” sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde iyonlaşma yüzdesine yeteri kadar değinmedikleri tespit edildiğinden asıl uygulamada transfer etme basamağında asit-baz kuvvetliliğinin bağlı olduğu faktörler ile ilgili olan rehber materyale iyonlaşma yüzdeleri ile ilgili bir soru eklenmiştir.

## 2.7. Asıl Uygulama

Bu çalışma 2010–2011 akademik yılı güz yarıyılında Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği öğrencileriyle yürütülmüştür. Çalışmaya 5E öğretim modelinin uygulandığı grupta 32 öğretmen aday, REACT stratejisinin uygulandığı grupta 30 öğretmen aday ve kontrol grubunda 33 öğretmen aday olmak üzere toplam 95 öğretmen aday katılmıştır. Çalışmada “Asit ve Bazlar” ünitesine yönelik geliştirilen etkinlikler kullanılmıştır. 5E öğretim modelinin uygulandığı grupta 5E öğretim modeline uygun olarak hazırlanan etkinlikler, REACT stratejisinin uygulandığı grupta ise REACT stratejisine uygun olarak hazırlanan etkinlikler kullanılmıştır. Deney gruplarında yapılan uygulamalar Kimya Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda yapılan dersler ise sınıf ortamında gerçekleştirilmiş olup, araştırmacı tarafından mevcut öğretim yoluyla anlatılmıştır. Kontrol grubunda soru-cevap haricinde herhangi bir materyal, çalışma yaprağı, vs. kullanılmamasının en önemli sebebi, Genel Kimya derslerini yürüten öğretim üyesinin mevcut uygulama olarak sadece soru-cevap ve örnek soru çözümünü kullanmasıdır. Bundan dolayı da, kontrol grubunda materyal, çalışma yaprağı gibi öğretim yöntem ve tekniklerinde çeşitliliğe gidilmemiştir. Asıl çalışma Ekim-Aralık ayları arasında toplam 8 ders saati süresince uygulanmıştır. Bütün gruplarda dersler aynı

ders saati kadar sürmüş olup mevcut öğretim programı aksatılmamıştır. 8 ders saatinin bu kadar uzun bir aralıkta işlenmesinin sebebi araya vize haftası ile Kurban Bayramı tatilinin girmesidir. Uygulama öncesi deney grupları için birer tanıtım dersi hazırlanmış olup, bu derslerde indirgenme-yükseltgenme konusunda 5E modeli ve REACT stratejisine uygun olarak hazırlanmış ders planlarından faydalanılmıştır. Öğretmen adaylarının 5E öğretim modelinde ve REACT stratejisinde nelerle karşılaşacakları nasıl davranacakları detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Tanıtım derslerinde öğretmen adayları hem anlatılan konuyu kullanılan öğretim stratejisi ile öğrenmeye çalışmışlar, hem de kullanılan öğretim stratejisine aşinalık kazanmışlardır. Tanıtım dersleri 2 ders saati kadar sürmüş olup bu süre uygulama süresine dahil edilmemiştir. Pilot uygulamada tanıtım derslerinin olmaması öğretmen adaylarını ne yapıyoruz, sırada ne var, neden sürekli biz anlatıyoruz duygusuna sürüklemiştir. Ancak uygulama gruplarında tanıtım dersleri sayesinde öğretmen adayları neyle karşılaşacaklarının bilincinde ve daha duyarlı davranmışlardır. Tanıtım derslerinde kullanılan ders planları Ek 7 ve 8’de verilmiştir.

## **2.8. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analiz Yöntemi**

Araştırmanın verileri ABKT, KTDA ve klinik mülakat soruları ile elde edilmiştir. Bu veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizi bu başlık altında ilerleyen aşamalarda detaylı olarak sunulmuştur.

### **2.8.1. ABKT’den Elde Edilen Verilerin Analizi**

Literatürde açık uçlu soruların analizinde kategorilerin kullanılmasına sıkça rastlanmaktadır. Örneğin öğrencilerin anlama seviyelerini değerlendirmek için nitel verilerin analizinde Marek (1986), “cevaplamama”, “spesifik alternatif kavram”, “kısmi anlama” ve “tam anlama” şeklinde belirlenen kategorileri kullanmıştır. Haidar ve Abraham (1991) da Marek (1986) tarafından “spesifik alternatif kavram” olarak ifade edilen kategorinin yerine “alternatif kavram” kategorisini kullanmışlardır. Abraham vd. (1992) ise bu kategorileri biraz daha geliştirerek; önceki çalışmalarda sadece anlamama olarak ifade edilen kategorinin yerine cevaplamama ve anlamama kategorilerini kullanmışlardır. Ayrıca diğer araştırmalarda ifade edilmeyen bir spesifik alternatif kavramla kısmi anlama



kategorisini de bu tip kategoriler içerisine katmışlardır. Araştırmacılar tarafından sıkça kullanılan anlama seviyesi kategorilerinin son şekli ise Abraham ve arkadaşları (1992), tarafından anlamama, spesifik kavram yanılgıları, bir spesifik alternatif kavramla birlikte kısmi anlama, kısmi anlama ve tam anlama kategorilerini sırası ile 0, 1, 2, 3 ve 4 puan olarak kodlamışlardır. Daha sonraki yapılan araştırmalarda da Abraham ve arkadaşları (1992) tarafından düzenlenen kategoriler temel olarak alınmış ve farklı şekillerde kullanılmıştır (Özsevgeç, 2007; Çalık, Ayas ve Coll, 2010).

Bu çalışmada ABKT'nin değerlendirilmesi için kullanılan puanlama kriterleri, Marek (1986) ve Abraham vd. (1992) dikkate alınarak ve pilot çalışma sırasında öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar incelenerek oluşturulmuştur. ABKT'ye verilen cevapların değerlendirilmesinde kullanılan kategoriler ve bu kategorilerde cevap veren öğretmen adaylarının aldıkları puanlar Tablo 17'da sunulmaktadır.

Tablo 17. ABKT'nin değerlendirilmesi için kullanılan puanlama kriterleri

Açıklama Seçenek	DN (3 Puan) Doğru Neden	KDN (2 Puan) Kısmen Doğru Neden	AKN-Alternatif Kavramlı Neden (1 puan)	Boş (0 Puan)
DS – Doğru Seçenek (2 Puan)	5	4	3	2
YS – Yanlış Seçenek (1 Puan)	4	3	2	1
Boş (0 puan)	3	2	1	0

Tablo 17'dan görüldüğü gibi iki aşamalı testteki öğretmen adayı cevapları: doğru seçenek ve doğru neden (DS-DN) 5 puan, doğru seçenek ve kısmen doğru neden (DS-KDN) 4 puan, yanlış seçenek ve doğru neden (YS-DN) 4 puan, doğru seçenek ve alternatif kavramlı neden (DS-AKN) 3 puan, yanlış seçenek ve kısmen doğru neden (YS-KDN) 3 puan, doğru neden (DN) 3 puan, doğru seçenek (DS) 2 puan, yanlış seçenek ve alternatif kavramlı neden (YS-AKN) 2 puan, kısmen doğru neden (KDN) 2 puan, yanlış seçenek (YS) 1 puan, alternatif kavramlı neden (AKN) 1 puan ve her iki aşamayı da boş bırakanlar 0 (sıfır) puan şeklinde puanlandırılmıştır.

Çalışmada öğretmen adaylarının cevapları puanlandırılırken öğretmen adaylarının cevapları tablolaştırılmış ve bu cevaplar iki kimya eğitimi uzmanı tarafından incelenerek bağımsız bir şekilde puanlanmıştır. Daha sonra araştırmacının cevaplarıyla olan uyumları kontrol edilmiştir. Araştırmacı verilen cevapların nedenini uzmanlarla tekrar görüşerek herhangi bir yanlış anlama olasılığını da ortadan kaldırdıktan sonra araştırmacının birinci uzmanla olan uyumu %75.54, ikinci uzmanla olan uyumu %72.66'dır. Ortalama uyum ise %74.10 olarak gerçekleşmiştir. Bu aşamadan sonra araştırmacı ABKT'leri değerlendirmiş ve verileri elde etmiştir.

ABKT'den elde edilen verilerin analizinde, pilot uygulamadan elde edilen veriler araştırmacının hazırlayıp puanladığı bir puanlama cetveline göre puanlanıp elde edilmişti. Ancak bu durum çok objektif ve doğru sonuçlar getirmeyeceği düşüncesiyle, iki ayrı kimya eğitimi uzmanından ABKT için cevap anahtarı oluşturmaları istenmiş,

Öğretmen adaylarından elde edilen cevapların yukarıdaki şekilde puanlanıp değerlendirilmesinden sonra ön, son ve gecikmiş testlerden alınan toplam puanlar SPSS 13.0 programı ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Kullanılan istatistiksel yöntem ise tekrarlı ölçümler için tek yönlü ANOVA (Repeated measures for one-way ANOVA), tek faktörlü varyans ve kovaryans analizidir.

### **2.8.2. KTDA'nin Verilerinin Analizi**

Bu çalışmada Dalgety, Coll ve Jones (2003) tarafından kimya dersine karşı öğretmen adaylarının tutumlarını ve deneyimlerini belirlemeye yönelik olarak geliştirilen anketin ilgili kısımları Türkçeye uyarlandıktan sonra kullanılmıştır. Ankette yedili Likert tipinde toplam 14 madde bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının işaret koymaları için bırakılan yedi çizginin solu olumsuz tarafı, sağı ise olumlu tarafı işaret etmektedir. Böylece anketin puanlaması en solu 1 puan olacak şekilde, en sağ tarafı ise 7 puan olacak şekilde yapılmıştır. Yani bir maddeden alınabilecek en düşük puan 1 iken, en yüksek puan 7 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan tutum ve deneyim ölçeği uygulamadan önce, sonra ve gecikmiş olmak üzere uygulama grubu öğretmen adaylarına toplam üç kez uygulanmıştır. Tutum ve Deneyim ölçeğinden elde edilen veriler üzerinde SPSS 13.0 programı kullanılarak istatistiksel işlemler yapılmıştır. Veriler tekrarlı ölçümler için tek yönlü ANOVA (Repeated measures for one-way ANOVA), tek faktörlü varyans ve kovaryans analizi ile analiz edilmiştir.

### 2.8.3. Klinik Mülakat Verilerinin Analizi

Mülakatların puanlandırılması, mülakatı yapan kişinin amacına ve anlama modeline bağlı olarak değişiklikler gösterebilir. Kavramlarla ilgili olarak yapılan mülakatların puanlandırılması mümkünken, olaylar ve durumlar hakkında yapılan mülakatların yani klinik mülakatların puanlandırılmasının doğru olmayacağı ifade edilmektedir (White ve Gunstone, 1992). Yin (1994), mülakattan elde edilen verilerin karşılaştırılarak, bireylerin fikir birliğine vardığı veya ayrı düşündüğü noktaları tespit edebilmek için, verilen cevapların frekanslara göre kategorilere konulmasını önermektedir. Bununla birlikte, mülakattan bazı cümleler direkt alınarak bireyin düşüncelerini olduğu gibi yansıtmamanın da çok yararlı olduğuna inanılmaktadır. Merriam (1988) ise, araştırma konusu ile doğrudan ilişkisi olan verilerin parantez içine alınarak olduğu gibi okuyucuya aktarılmasının gerekliliğini savunmaktadır. Bu bağlamda, araştırma konusuyla doğrudan ilişkili olan verilerin parantez içinde verilmesiyle, okuyucu verilerle doğrudan karşı karşıya getirilmekte ve verilerin ne anlama geldiğine kendi yorumlarıyla karar verebilmektedir (Çepni, 2007). Ayrıca öğrencilerin mülakat esnasında vermiş oldukları cevaplar anlama, yanlış anlama ve cevapsız gibi kategorilere yerleştirilerek de sunulabilir (Coştu, 2002).

Ses kayıt cihazıyla kaydedilen mülakatlar öncelikle transkript edilmiş olup, daha sonra düzenlenerek analiz edilmiştir. Bu çalışmada yukarıda ifade edilen analiz yöntemleri dikkate alınarak, yürütülen mülakatların ilk bölümünde puanlandırma yoluna gidilmeksizin öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar araştırmacı ve bir kimya eğitimi uzmanı tarafından “tam anlama”, “kısmen anlama”, “alternatif kavramlı anlama” şeklinde kategoriler oluşturularak sunulmuştur ve aralarından seçilen özgün cevaplar okuyucuya olduğu gibi sunulmuştur. Mülakatlarda kullanılan kategoriler ve bu kategorilere giren öğretmen adayları cevaplarının içeriği ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

**Tam Anlama:** Bu kategori öğretmen adaylarının bilimsel olarak tamamen doğru açıklamalarını kapsamaktadır.

**Kısmen Anlama:** Bu kategori öğretmen adaylarının geçerli olan cevabın bir yönünü içeren ancak yanlış veya alternatif kavramlı bir yönü olmayan cevaplarını içermektedir.

**Alternatif Kavramlı Anlama:** Bu kategori öğretmen adaylarının bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan, alternatif kavram veya yanlış bilgi içeren açıklamalarını kapsamaktadır.

Örneğin mülakatın birinci bölümünün dördüncü sorusu olan “pH değeri artınca asitlik ne olur? Neden?” sorusuna R13 kodlu öğretmen adayının cevabı “Asitliği azalır, pH

artınca çözünmüş haldeki  $H^+$  sayısı azalıyor. O da asitliği azaltır” olup tam anlama kategorisinde sınıflandırılırken, R7 kodlu öğretmen adayının “Asitliği azalır, çünkü nötre yaklaştığı için bazlığı artar daha çok” cevabı kısmen anlama, K32 kodlu öğretmen adayının “pH’la beraber asitlik artar. Doğru orantılıdır” cevabı ise alternatif kavramlı anlama şeklinde sınıflandırılmıştır.

Mülakatın ikinci bölümüne öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar da araştırmacı ve bir kimya eğitimi uzmanı temalar oluşturularak kodlanmış ve aralarından seçilen özgün cevaplar okuyucuya olduğu gibi sunulmuştur.

Mesela, mülakatın ikinci bölümünün beşinci sorusu olan “Bu uygulamaların size neler kazandırdığını düşünüyorsunuz? Açıklayınız.” sorusuna verilen öğretmen adayı cevapları için “Kendi potansiyelini görebilme, Günlük hayatla ilişkilendirmenin cazibesi, Araştırma yapmayı öğrenme, Grup çalışmasını öğrenme, Kalıcı bir şekilde öğrenme, Eksikleri görüp düzeltme” temaları oluşturulmuş olup B19 kodlu öğretmen adayının “Bu uygulamalar yani araştırmak aslında daha bir ilgimi çekti. Mesela en başlarda rapor yazmak ödev yapmak gibi bir şeydi. Ama şimdi araştırıyorsun, kitapları araştırıyorsun, defterleri araştırıyorsun. Çünkü bir merak uyanıyor hani kendimiz yapıyoruz deneyleri falan bu niye böyle olmuş falan yani merak ediyoruz dolayısıyla araştırıyoruz artık güzel bir şey” cevabı örnek olarak verilebilir.

## **2.9. Araştırmacının Katılımcı Rolü**

Bu çalışmada araştırmacı, rehber materyallerin hazırlanması ve uygulanması sürecinde yer alarak deney ve kontrol gruplarındaki uygulamalara bizzat iştirak etmiş ve gözlemlerde bulunmuştur. Asıl uygulamadan önce hazırlanmış olan tanıtım derslerinin öğretmen adaylarına sunulmasında ve uygulanmasında da bizzat araştırmacı rol almıştır. Çalışmada ayrıca gözlemci kullanılmamış olup, araştırmacı daha önceden hazırlamış oldukları ders planlarına bağlı kalmaya özen göstermiştir. Ayrıca deney ve kontrol grubundan klinik mülakat için belirlenen öğretmen adaylarıyla mülakatları da bizzat kendisi yürütmüştür. Gözlemleri esnasında gerekli gördüğü yerlerde notlar almış, bir sonraki uygulama dersi için daha hazırlıklı davranmıştır. Gözlemler veri toplama amacı gütmemekte olup, sadece uygulama sürecinin daha etkili yürütülmesi amacıyla kullanılmıştır. Veri toplama sürecinde ise öğretmen adaylarına hiçbir müdahalede

bulunmadan onları gözlemlemeye devam etmiştir. Araştırmacı kazanmış olduğu deneyimleri verilerin analizine de yansıtmaya çalışmıştır.

## 2.10. Geçerlik ve Güvenirliğin Sağlanması

Görünüş ve kapsam geçerliğini sağlamak üzere ABKT için iki kimya eğitimi ve bir fen eğitimi uzmanına, KTDA için kimya eğitimi, fen eğitimi ve dil uzmanına, mülakatın kapsam geçerliği içinse iki kimya eğitimi uzmanına danışılmıştır. ABKT ve KTDA için görüş bildiren uzmanlardan kimya eğitimi uzmanlarından ilki 30 yaşında bayan ve 7 yıllık deneyime, diğeri ise 34 yaşında erkek ve 11 yıllık deneyime sahip olup, fen eğitimi uzmanı ise 30 yaşında bayan ve 8 yıllık deneyime sahiptir. KTDA için görüş bildiren dil uzmanlarının ilki 34 yaşında bayan ve 11 yıllık deneyime sahip, diğeri ise 27 yaşında bayan 3 yıllık deneyime sahiptir.

Uzmanların görüşleri doğrultusunda ABKT ve KTDA sayfa düzeni ve okunabilirliği açısından tekrar düzenlenmiştir. KTDA için dil uzmanlarının görüşleri doğrultusunda anketteki maddeler konusunda gerekli düzenlemeler yapılmış olup ayrıca uygulama yapılan öğretmen adaylarına anlaşılmayan maddeler olup olmadığı, herhangi bir ekleme, çıkarma veya düzeltme yapılması gerekip gerekmediği sorulmuş, bunun sonucunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Klinik mülakat için uzman görüşleri doğrultusunda bazı sorulara eklemeler yapıldığı gibi bazı sorular ise öğretmen adaylarından ayrıntılı bilgiler vermelerini isteyecek şekilde yeniden düzenlenmiştir. Örneğin; “pH değeri artınca asitlik ne olur?” sorusu “pH değeri artınca asitlik ne olur? Neden?” şeklinde değiştirilmiştir. Klinik mülakattan elde edilen bulgular transkript edildikten sonra öğretmen adaylarına tekrar okutulmuş ve ekleme veya çıkarma yapmak istedikleri bir nokta olup olmadığı sorulmuştur. Böylece klinik mülakat verilerinin iç tutarlığı sağlanmıştır.

ABKT’de çoktan seçmeli sorulardan ziyade açık uçlu sorular kullanıldığı için madde analizi yapılmamıştır (BouJaode, 1992; Coştu, 2006; Çalık, 2006; Demircioğlu, 2003; Özmen, 2002). Ancak güvenilirlik katsayısı (cronbach alpha) 0,78 olarak hesaplanmıştır. KTDA’nın güvenilirliği için ise güvenilirlik katsayısı (cronbach alpha) değeri 0,82 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlik katsayısının 0,70’ten büyük olması testin güvenilir olduğu şeklinde yorumlanabilir (Hair vd., 2006).

Geçerlik ve güvenirlüğün artırılması için uzman görüşlerinin alınmasından sonra pilot çalışmalar yürütülmüştür. Pilot uygulamalarda ABKT 91 kişiye, KTDA 279 kişiye ve

klinik mülakatlar 9 kişiye uygulanmıştır. Böylece öğretmen adaylarının sorulara vermiş oldukları cevaplar incelenmiş ve gerekli ekleme çıkarmalar yapılarak sorular düzenlenmiştir.

Araştırmada kullanılan testlerden elde edilen nicel ve nitel bulgularla klinik mülakatlardan elde edilen nitel bulguların tek bir bakış açısıyla ele alınmasından ziyade birbirlerini desteklemesi bakımından üçgenleme tekniğinden faydalanılmıştır (Cohen ve Manion, 1989). Böylece testlerden elde edilen verilerle öğretmen adaylarının asit ve bazlar konusu ile ilgili kavramsal anlamaları değerlendirilirken, öğretmen adaylarının bu kavramlar hakkındaki gerçek düşüncelerini ve bunların sebeplerini öğrenmek için de bu veriler mülakatlarla desteklenmiştir (Çepni, 2007).

Çalışmanın geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanmasında bir diğer önemli nokta da araştırmacının pozisyonudur. Genel Kimya Laboratuvar derslerinin yürütülmesinde araştırmacı yardımcı öğretim elemanı olarak bulunmakta olup, öğretmen adaylarının yapmış oldukları uygulamalarda rehber konumundadır. Bu araştırma kapsamında ise araştırmacı uygulamaların yürütücüsü olarak öğretmen adaylarını herhangi bir not kaygısı hissetmemeleri konusunda bilgilendirmiştir. Araştırmacı uygulamalar esnasında meydana gelen önemli olaylarla birlikte o günü kısaca özetleyen notlar tutmuştur. Böylece araştırmacı bu notları göz önünde bulundurarak diğer uygulamalara daha hazırlıklı ve temkinli gitmiştir.

Bu bölümde çalışmanın yöntemi, örnekleme, veri toplama araçları, çalışmada kullanılan materyallerin geliştirilme süreci, REACT stratejisine ve 5E Modeline örnek bir öğretim materyali, pilot uygulama ve sonrasında yapılan değişiklikler, asıl uygulama, verilerin analiz yöntemleri, araştırmacının katılımcı rolünün açıklanması, araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanması hakkında bilgiler verilmiştir. Araştırmanın problemlerine cevap bulmak amacıyla çalışmadaki veri toplama araçlarından elde edilen bulgular bir sonraki bölümde detaylı olarak sunulmaktadır.

### 3. BULGULAR

Bu çalışmanın amacı, Asit ve Bazlar konusunda REACT stratejisine ve 5E modeline göre hazırlanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının anlamalarına, tutum ve deneyimlerine olan etkisini araştırmak, mevcut öğretimle ve birbirleriyle karşılaştırmalar yapmaktır. Bu araştırma kapsamında ABKT, KTDA ve klinik mülakatlardan veri toplamak amacıyla yararlanılmıştır. Bu veri toplama araçlarından elde edilen bulgular bu bölümde verilmiştir.

#### 3.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Ait Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi “REACT stratejisi kullanılarak oluşturulmuş bağlam temelli, 5E modeli kullanılarak oluşturulmuş yapılandırmacı ve mevcut öğrenme ortamlarındaki öğretmen adaylarının anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu alt problemi cevaplayabilmek için ABKT’den elde edilen nicel verilerin istatistiksel olarak analiz edilmesi ile elde edilen bulgular ve nitel olarak elde edilen bulgular tablolarda verilmiştir.

ABKT’den elde edilen bulguların verilmesi esnasında kullanılan kısaltmalar Tablo 18’de verilmiştir. Ayrıca, REACT stratejisinin uygulandığı gruptaki öğrencilere R1’den R30’a kadar, 5E modelinin uygulandığı grupta B1’den B32’ye kadar, kontrol grubunda ise K1’den K33’e kadar kodlar verilmiştir.

Tablo 18. ABKT’den elde edilen bulguların verilmesi esnasında kullanılan bazı kısaltmalar

Kısaltma	Açıklama	Kısaltma	Açıklama
DS-DN	Doğru Seçenek - Doğru Neden	YS-AKN	Yanlış Seçenek - Alternatif Kavram İçeren Neden
DS-KDN	Doğru Seçenek – Kısmen Doğru Neden	DN	Doğru Neden
DS-AKN	Doğru Seçenek – Alternatif Kavram İçeren Neden	KDN	Kısmen Doğru Neden
DS	Doğru Seçenek	AKN	Alternatif Kavram İçeren Neden
YS-DN	Yanlış Seçenek – Doğru Neden	YS	Yanlış Seçenek
YS-KDN	Yanlış Seçenek – Kısmen Doğru Neden	TA	Tam Anlama
KA	Kısmen Doğru Anlama	AKA	Alternatif Kavramlı Anlama
ÜD	Üst Düzey Kavramsal Anlama Gerçekleştirilenler	OD	Orta Düzey Kavramsal Anlama Gerçekleştirilenler

Tablo 18'in devamı

AD	Alt Düzey Kavramsal Anlama Gerçekleştirilenler	KAD	Kavramsal Anlama Düzeyi
----	--	-----	-------------------------

### 3.1.1. ABKT'den Elde Edilen Bulgular

Gruplara göre ABKT'den elde edilen istatistiksel veriler Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Grupların kavram testi istatistikleri

Gruplar	N	Ön test		Son test		Yüzde değişim (%) (Ön – Son)
		Ort.	s.s.	Ort.	s.s.	
<b>REACT</b>	30	93,3	10,7	106,8	12,1	12,7
<b>5E</b>	32	91,9	16,4	107,7	15,6	14,7
<b>Kontrol</b>	33	88,0	14,5	97,1	7,1	9,4

Tablo 19'a göre REACT grubu ( $\bar{X}$ = 93,3), 5E grubu ( $\bar{X}$ = 91,9) ve kontrol grubunun ( $\bar{X}$ = 88,0) ön testten almış oldukları puanların ortalamaları birbirine oldukça yakındır. Grupların son kavram testinden almış oldukları puanlara bakılacak olursa üç grubun da ortalamasını yükselttiği görülmektedir. REACT grubu puanını son testte 106,8'e, 5E grubu 107,7'ye ve kontrol grubu ise 97,1'e yükseltmiştir. Grupların ön-son test arasındaki yüzde değişimlerinin REACT grubunda %12,7, 5E grubunda %14,7 ve kontrol grubunda %9,4 olduğu görülmektedir.

Tablo 20. Tek faktörlü varyans analizi tablosu

Test	Varyans kaynağı	s.d.	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	p
Ön ABKT	Gruplar arası	2	481,5	240,8	1,2	0.3
	Gruplar içi	92	18388,3	199,9		
	Genel	94	18869,8			
Son ABKT	Gruplar arası	2	2239,3	1119,6	7,7	0.0
	Gruplar içi	92	13424,2	145,9		
	Genel	94	15663,4			

Tablo 20'ye göre tek faktörlü varyans analizi neticesinde grupların ön kavram testi verileri arasında 0.01 düzeyinde anlamlı bir fark bulunamamışken ( $F=1,2$ ;  $p=0.3$ ;  $p>0.01$ ), son test açısından anlamlı bir farklılık söz konusudur ( $F=7,7$ ;  $p=0.0$ ;  $p<0.01$ ).

Çoklu karşılaştırma için yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 21'de görülmektedir.



Tablo 21. Çoklu karşılaştırma –Tukey Testi- sonuçları

Test	Gruplar		Ortalama Farklılık	Sig.
ÖN ABKT	REACT	5E	1,4	0.9
		Kontrol	5,3	0.3
	5E	REACT	-1,4	0.9
		Kontrol	3,9	0.5
	Kontrol	REACT	-5,3	0.3
		5E	-3,9	0.5
SON ABKT	REACT	5E	0,9	1.0
		Kontrol	9,7	0.0
	5E	REACT	0,9	1.0
		Kontrol	10,6	0.0
	Kontrol	REACT	-9,7	0.0
		5E	-10,6	0.0

Tablo 21'e göre gruplar arasında ön ABKT açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.01$ ). Son ABKT'de REACT ile 5E grubu arasında anlamlı fark olmamasına rağmen ( $p>0.01$ ), REACT ile kontrol grubu, 5E ile kontrol grubu arasında anlamlı fark bulunmaktadır ( $p<0.01$ ).

Bütün grupların kavram testlerini bir arada değerlendirmek için yapılan tekrarlı ölçümler için tek faktörlü varyans analizi sonuçları Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Tekrarlı ölçümler için tek faktörlü varyans analizi (Repeated measures for one-way ANOVA)

Varyans kaynağı	s.d.	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	p
Genel				59,9	0.0
Gruplar arası	94	33616,6	357,6		
Ölçümler arası	2	10638,9	5319,4		
Hata	188	16691,2	88,8		

Tablo 22'ye göre gruplar arasında ( $F=59,9$ ;  $p<0.01$ ) anlamlı bir farklılık vardır. Bu anlamlı farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek içinse Bonferroni testi yapılmıştır. Bu testin sonuçları ise Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23. ABKT için çoklu karşılaştırma –Bonferroni Testi- sonuçları

(I) faktör1	(J) faktör1	Ort. Fark (I-J)	Standart sapma	Sig.(a)
REACT on	REACT son	-13,6(*)	2,4	.0
	REACT gec	-14,4(*)	2,1	.0
	5E on	1,2	3,2	1.0
	5E son	-15,0(*)	3,0	.0
	5E gec	-14,2(*)	2,3	.0
	Kontrol on	4,7	3,2	1.0
	Kontrol son	-3,6	2,7	1.0
	Kontrol gec	-4,9	3,2	1.0
REACT son	REACT gec	-,9	1,9	1.0
	5E on	14,8(*)	3,6	.1
	5E son	-1,4	3,2	1.0
	5E gec	-,6	2,5	1.0
	Kontrol on	18,2(*)	3,3	.0
	Kontrol son	9,9	2,7	.1
	Kontrol gec	8,6	3,4	1.0
REACT gec	5E on	15,6(*)	3,3	.0
	5E son	-,6	2,9	1.0
	5E gec	,3	2,5	1.0
	Kontrol on	19,1(*)	2,9	.0
	Kontrol son	10,8(*)	2,4	.0
	Kontrol gec	9,5	3,2	.9
5E on	5E son	-16,2(*)	3,3	.0
	5E gec	-15,4(*)	3,0	.0
	Kontrol on	3,5	4,0	1.0
	Kontrol son	-4,8	3,3	1.0
	Kontrol gec	-6,1	4,0	1.0
5E son	5E gec	,8	1,9	1.0
	Kontrol on	19,7(*)	4,0	.0
	Kontrol son	11,4	3,5	.5
	Kontrol gec	10,1	4,0	1.0
5E gec	Kontrol on	18,8(*)	3,6	.0
	Kontrol son	10,5	3,0	.2
	Kontrol gec	9,2	3,5	1.0
Kontrol on	Kontrol son	-8,3	2,4	.3
	Kontrol gec	-9,6(*)	2,0	.0
Kontrol son	Kontrol gec	-1,3	2,6	1.0

\* .01 düzeyinde hesaplanmıştır.

Tablo 23'e göre REACT ve 5E grubunun ön ve son testleri arasında anlamlı bir farklılık varken ( $p < 0.01$ ), kontrol grubunun ön ve son testleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p > 0.01$ ). REACT, 5E ve kontrol grubunun son ve gecikmiş testleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur ( $p > 0.01$ ). REACT, 5E ve kontrol grubunun ön ve

gecikmiş testleri arasında anlamlı bir farklılık vardır ( $p<0.01$ ). Tablo 21'e göre, grupları kendi arasında karşılaştıracak olursak REACT, 5E ve kontrol grubunun ön testleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur ( $p>0.01$ ). REACT grubunun son testi ile 5E grubunun ve kontrol grubunun son testi arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0.01$ ).

REACT, 5E ve kontrol grubunun ABKT'nin A bölümüne vermiş oldukları cevapların yüzdeleri Tablo 24, 25 ve 26'da görülmektedir.

Tablo 24. REACT grubunun A bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri

Kategoriler		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
DS-DN	ÖT	36,7	40,0	33,3	16,7	10,0	76,7	50,0	13,3	33,3	50,0	33,3
	ST	56,7	70,0	50,0	10,0	13,3	76,7	66,7	10,0	23,3	53,3	60,0
	GT	70,0	83,3	60,0	6,7	6,7	70,0	63,3	3,3	30,0	56,7	40,0
DS-AKN	ÖT	23,3	3,3	6,7	10,0	33,3	-	13,3	26,7	13,3	-	23,3
	ST	13,3	6,7	-	6,7	33,3	6,7	3,3	36,7	23,3	3,3	13,3
	GT	16,7	3,3	-	23,3	30,0	13,3	3,3	33,3	23,3	3,3	36,7
DS	ÖT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3
	ST	-	-	-	-	3,3	-	-	-	6,7	-	-
	GT	-	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-
YS-DN	ÖT	3,3	6,7	-	-	-	-	3,3	-	-	3,3	6,7
	ST	3,3	-	-	-	-	3,3	-	3,3	-	10,0	3,3
	GT	3,3	-	-	-	-	-	3,3	3,3	3,3	10,0	-
YS-AKN	ÖT	26,7	33,3	53,3	63,3	50,0	16,7	13,3	33,3	46,7	23,3	3,3
	ST	20,0	16,7	43,3	76,7	43,3	6,7	23,3	40,0	36,7	26,7	6,7
	GT	10,0	6,7	33,3	63,3	53,3	6,7	23,3	46,7	36,7	23,3	13,3
YS	ÖT	-	3,3	-	-	-	-	3,3	-	-	3,3	-
DN	ÖT	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AKN	ÖT	-	-	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-
Boş	ÖT	3,3	3,3	-	3,3	-	-	6,7	20,0	-	13,3	23,3
	ST	-	-	-	-	-	-	-	3,3	3,3	-	10,0
	GT	-	-	-	-	3,3	-	-	6,7	-	-	3,3

Tablo 25. 5E grubunun A bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri

Kategoriler		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
DS-DN	ÖT	78,1	46,9	34,4	3,1	18,8	65,6	68,8	6,3	31,3	68,8	21,9
	ST	62,5	84,4	46,9	9,4	21,9	65,6	75,0	6,3	43,8	62,5	56,3
	GT	71,9	84,4	68,8	9,4	43,8	68,8	71,9	9,4	46,9	56,3	65,6
DS-AKN	ÖT	9,4	9,4	3,1	3,1	34,4	9,4	9,4	21,9	18,8	3,1	15,6
	ST	15,6	3,1	9,4	-	31,3	25,0	-	28,1	15,6	-	25,0
	GT	15,6	3,1	-	-	21,9	18,8	-	31,3	31,3	3,1	21,9
DS	ÖT	6,3	-	3,1	-	-	-	-	-	12,5	-	12,5
	ST	-	-	-	-	-	-	-	3,1	3,1	-	3,1
	GT	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1	-	6,3
YS-DN	ÖT	-	-	3,1	-	-	-	6,3	6,3	3,1	6,3	-
	ST	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3	9,4	12,5
	GT	-	3,1	-	3,1	-	-	3,1	-	3,1	21,9	3,1

Tablo 25'in devamı

YS- AKN	ÖT	6,3	37,5	46,9	84,4	46,9	21,9	9,4	31,3	28,1	9,4	9,4
	ST	18,8	12,5	37,5	81,3	46,9	9,4	21,9	53,1	31,3	21,9	-
	GT	9,4	6,3	31,3	87,5	31,3	12,5	21,9	43,8	18,8	12,5	-
YS	ÖT	-	-	-	-	-	-	-	6,3	3,1	-	-
	ST	-	-	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-	-
	GT	-	-	-	-	-	-	3,1	-	-	-	-
DN	ÖT	-	-	-	3,1	-	-	-	-	-	-	-
	GT	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AKN	ÖT	-	-	-	-	-	3,1	3,1	3,1	-	-	-
	ST	-	-	-	3,1	-	-	3,1	3,1	-	-	-
	GT	-	3,1	-	-	3,1	-	-	3,1	-	-	-
Boş	ÖT	-	6,3	9,4	6,3	-	-	3,1	25,0	3,1	12,5	40,6
	ST	3,1	-	3,1	3,1	-	-	-	6,3	-	6,3	3,1
	GT	-	-	-	-	-	-	-	12,5	-	3,1	3,1

Tablo 26. Kontrol grubunun A bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri

Kategoriler		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
DS- DN	ÖT	39,4	33,3	15,2	15,2	15,2	48,5	75,8	6,1	33,3	69,7	30,3
	ST	69,7	66,7	51,5	12,1	9,1	81,8	90,9	6,1	48,5	75,8	21,2
	GT	66,7	63,6	39,4	3,0	18,2	66,7	81,8	6,1	21,2	60,6	39,4
DS- AKN	ÖT	24,2	27,3	9,1	9,1	18,2	6,1	6,1	33,3	27,3	3,0	30,3
	ST	18,2	6,1	3,0	3,0	42,4	15,2	-	30,3	12,1	3,0	39,4
	GT	24,2	6,1	-	9,1	24,2	9,1	3,0	36,4	36,4	-	21,2
DS	ÖT	3,0	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-
	ST	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-
	GT	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-
YS- DN	ÖT	15,2	3,0	-	-	-	3,0	3,0	-	-	6,1	-
	ST	3,0	-	-	-	-	-	3,0	9,1	9,1	6,1	6,1
	GT	-	-	12,1	-	-	-	9,1	6,1	3,0	15,2	9,1
YS- AKN	ÖT	18,2	36,4	69,7	63,6	63,6	36,4	15,2	39,4	30,3	21,2	9,1
	ST	9,1	27,3	45,5	84,9	48,5	3,0	6,1	42,4	30,3	9,1	21,2
	GT	9,1	30,3	45,5	84,9	57,6	24,2	6,1	27,3	33,3	24,2	6,1
YS	ÖT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0
	GT	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-
DN	ÖT	-	-	-	-	-	-	-	-	6,1	-	-
AKN	ÖT	-	-	-	3,0	3,0	3,0	-	-	-	-	3,0
	GT	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Boş	ÖT	-	-	6,1	9,1	-	3,0	-	21,2	-	-	24,2
	ST	-	-	-	-	-	-	-	9,1	-	6,1	12,1
	GT	-	-	-	3,0	-	-	-	24,2	-	-	24,2

Tablo 24'e göre A bölümünün pH ve pOH'la ilgili olan birinci sorusuna REACT grubunda ön testte %36,7 oranında DS-DN kategorisinde cevap veren öğretmen adayları olmasına rağmen Tablo 26'dan da görüldüğü gibi kontrol grubunda bu oran %39,4 iken Tablo 25'e göre 5E grubunda %78,1 oranındadır. Aynı soruya son testte kontrol grubunda %69,7 oranında DS-DN cevabını veren öğretmen adayları olmasına rağmen REACT

grubunun %56,7'si ile 5E grubunun %62,5'i, gecikmiş testte ise kontrol grubunun %66,7'si ile REACT grubunun %70,0'i ve 5E grubunun %71,9'u aynı kategoride cevap vermiştir. Aynı soruya YS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunda %26,7, 5E grubunda %6,3, kontrol grubunda ise %18,2, son testte REACT grubunda %20,0, 5E grubunda %18,8, kontrol grubunda ise %9,1, gecikmiş testte REACT grubunda %10,0, 5E grubunda %9,4, kontrol grubunda ise %9,1 oranında cevap verilmiştir.

Asit-baz kuvvetliliği ile maddenin içerdiği H sayısı arasındaki ilişkiyi sorgulayan ikinci soruda ön testte REACT grubunda DS-DN kategorisinde cevap veren öğretmen adayları %40,0 iken bu oran 5E grubunda %46,9, kontrol grubunda %33,3'tür. Son testte ise aynı kategoride REACT grubunun %70,0'i ile 5E grubunun %84,4'ü bulunurken, kontrol grubunun ise %66,7'si, gecikmiş testte ise REACT grubu öğretmen adaylarının %83,3'ü, 5E grubu öğretmen adaylarının %84,4'ü, kontrol grubunun ise %63,6'sı bulunmaktadır. DS-AKN kategorisinde aynı soruya ön testte cevap verenlerin oranı REACT grubunda %3,3, 5E grubunda %9,4 iken, kontrol grubunda bu oran %27,3'tür. Ancak son testte REACT grubunun %6,7'si, 5E grubunun %3,1'i, kontrol grubunun ise %6,1'i, gecikmiş testte ise yine REACT grubunun %3,3'ü, 5E grubunun %3,1'i ve kontrol grubunun %6,1'idir. YS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunda %33,3, 5E grubunda %37,5, kontrol grubundaysa %36,4 öğretmen adayı cevabı belirlenirken, son testte REACT grubunda %16,7, 5E grubunda %12,5, kontrol grubunda ise %27,3, gecikmiş testte REACT grubunda %6,7, 5E grubunda %6,3, kontrol grubunda ise %30,3 oranında öğretmen adayı cevabı belirlenmiştir. DN kategorisinde cevap veren ön testte REACT grubunun %3,3'ü olmuştur.

Asit ve bazların elektrik iletkenliği ile ilgili olan üçüncü soruda DS-DN kategorisinde ön testte REACT grubunda cevap verenlerin oranı %33,3 iken, 5E grubunda %34,4, kontrol grubunda ise %15,2'dir. Son testte ise REACT grubunda bu oran %50,0'ye, 5E grubunda bu oran %46,9'a çıkarken, kontrol grubunda da %51,5'e, gecikmiş testte REACT grubunda %60,0'a, 5E grubunda %68,8'e çıkarken kontrol grubunda %39,4'e inmiştir. DS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunda %6,7 oranında öğretmen adayı belirlenirken, 5E grubunda %3,1, kontrol grubunda %9,1, son testte ise 5E grubunda %9,4, kontrol grubunda %3,0 oranında öğretmen adayı belirlenmiştir. YS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubunda cevap verenler %53,3, 5E grubunda cevap verenler %46,9 iken, kontrol grubunda %69,7'dir. Son testte ise bu oran REACT grubunda %43,3'e, 5E grubunda %37,5'e ve kontrol grubunda ise %45,5'e düşerken, gecikmiş testte

REACT grubunda %33,3'e ve 5E grubunda %31,3'e inmiş, kontrol grubunda ise %45,5'te kalmıştır. REACT grubunda boş kategorisinde cevap veren olmazken, 5E grubunda ön testte %9,4, son testte %3,1 iken kontrol grubunun %6,1'i ön testte boş kategorisindedir.

Asit-baz kuvvetliliği ile derişim arasındaki ilişkiyi sorgulayan dördüncü soruda DS-DN kategorisinde ön testte REACT grubunda cevap verenlerin oranı %16,7 iken, 5E grubunda cevap verenlerin oranı %3,1, kontrol grubunda %15,2'dir. Son testte ise 5E grubunda bu oran %9,4'e çıkarken, REACT grubunda bu oran %10,0'a ve kontrol grubunda da %12,1'e inerken, gecikmiş testte 5E grubunda %9,4'te sabit kalmış ancak REACT grubunda %6,7'ye, kontrol grubunda da %3,0'a inmiştir. DS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunda %10,0 oranında öğretmen adayı belirlenirken, 5E grubunda %3,1, kontrol grubunda %9,1, son testte ise REACT grubunda %6,7, kontrol grubunda %3,0 oranında öğretmen adayı belirlenmiştir. Gecikmiş testte ise REACT grubunda %23,3, kontrol grubundaysa %9,1 oranında öğretmen adayı belirlenmiştir. YS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubunda cevap verenler %63,3 iken 5E grubunda cevap verenler %84,4 ve kontrol grubunda %63,6'dır. Son testte ise bu oran REACT grubunda %76,7'ye, kontrol grubunda ise %84,9'a çıkarken, 5E grubunda %81,3'e inmiş, gecikmiş testte REACT grubunda tekrar %63,3'e inmiş, kontrol grubunda ise %84,9'da kalmışken, 5E grubunda tekrar %87,5'e çıkmıştır.

pH=0 durumunu sorgulayan beşinci soruda DS-DN kategorisinde cevap veren REACT grubunda ön testte %10,0 iken 5E grubunda %18,8 ve kontrol grubunda %15,2'dir. Son testte ise REACT grubunda %13,3, 5E grubunda %21,9, kontrol grubunda %9,1'dir. Gecikmiş testte ise sırasıyla REACT, 5E ve kontrol grupları için %6,7, %43,8 ve %18,2'dir. DS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunun %33,3'ü, 5E grubunun %34,4'ü, kontrol grubunun ise %18,2'si, son testte REACT grubunun %33,3'ü, 5E grubunun %31,3'ü ile kontrol grubunun %42,4'ü, gecikmiş testte ise REACT grubunun %30,0'u, 5E grubunun %21,9'u ve kontrol grubunun %24,2'si bulunmaktadır. DS kategorisinde ise son testte REACT grubunda %3,3 oranında öğretmen adayı bulunmaktadır.

Asit-baz tepkimelerini sorgulayan altıncı soruda DS-DN kategorisinde ön testte REACT grubunda %76,7 oranında cevap veren öğretmen adayı belirlenirken, 5E grubunda %65,6, kontrol grubunda ise bu oran %48,5'tir. Son testte REACT grubunda %76,7'lik ve 5E grubunda %65,6'lık oran değişmezken, kontrol grubunda %81,8'e çıkmıştır. Gecikmiş

testte ise REACT grubunda %70,0'e inen oran, kontrol grubunda da %66,7'ye inerken, 5E grubunda %68,8'e çıkmıştır.

A bölümünün meyvelerin asidik veya bazik olma durumunu sorgulayan yedinci sorusunda ön testte REACT grubunda %50,0 oranında DS-DN cevabı verilmişken, 5E grubunda %68,8, kontrol grubunda ise bu oran %75,8'dir. Son testte ise aynı soruya aynı kategoride REACT grubunda cevap veren öğretmen adayları %66,7 ve 5E grubunda cevap veren öğretmen adayları %75,0 iken kontrol grubunda %90,9'dur. Gecikmiş testte ise REACT grubu öğretmen adaylarının %63,3'ü, 5E grubu öğretmen adaylarının %71,9'u, kontrol grubunun ise %81,8'i bu kategoride bulunmaktadır. YS-DN kategorisinde cevap veren öğretmen adayı oranı ön testte REACT grubunda %3,3, 5E grubunda %6,3 iken kontrol grubunda %3,0'dır. Son testte yalnızca kontrol grubunun %3,0'ı, gecikmiş testte ise REACT grubunun %3,3'ü, 5E grubunun %3,1'i ve kontrol grubunun %9,1'i bu kategoridedir.

Asit-baz kuvvetliliği ile derişim arasındaki ilişkiyi sorgulayan sekizinci soruda ön testte REACT grubunun %26,7'si DS-AKN kategorisinde cevap vermişken, 5E grubunun %6,3'ü ve kontrol grubunun %33,3'ü, son testte ise REACT grubunun %36,7'si, 5E grubunun %6,3'ü ile kontrol grubunun %30,3'ü, gecikmiş testte REACT grubunun %33,3'ü, 5E grubunun %9,4'ü ve kontrol grubunun %36,4'ü aynı kategoride cevap vermiştir. YS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunun %33,3'ü, 5E grubunun %31,3'ü, kontrol grubunun ise %39,4'ü, son testte REACT grubunun %40,0'ı, 5E grubunun %53,1'i ve kontrol grubunun ise %42,4'ü, gecikmiş testte ise REACT grubu öğretmen adaylarının %46,7'si, 5E grubu öğretmen adaylarının %43,8'i ve kontrol grubu öğretmen adaylarının %27,3'ü cevap vermiştir.

Asit-baz kuvvetliliği ile pH arasındaki ilişkiyi sorgulayan dokuzuncu soruda ön testte REACT ve kontrol grubunun %33,3'ü ile 5E grubunun %31,3'ü DS-DN kategorisinde cevap vermişken, son testte ise REACT grubunun %23,3'ü, 5E grubunun %43,8'i ve kontrol grubunun %48,5'i, gecikmiş testte REACT grubunun %30,0'u, 5E grubunun %46,9'u ve kontrol grubunun %21,2'si aynı kategoride cevap vermiştir. Ön testte REACT grubunun %13,3'ü ile 5E grubunun %18,8'i DS-AKN kategorisinde cevap vermişken, kontrol grubunun %27,3'ü, son testte ise REACT grubunun %23,3'ü, 5E grubunun %15,6'sı ile kontrol grubunun %12,1'i, gecikmiş testte REACT grubunun yine %23,3'ü, 5E grubunun %31,3'ü ve kontrol grubunun %36,4'ü aynı kategoride cevap vermiştir. Ön testte REACT grubunun %46,7'si ile 5E grubunun %28,1'i YS-AKN kategorisinde cevap

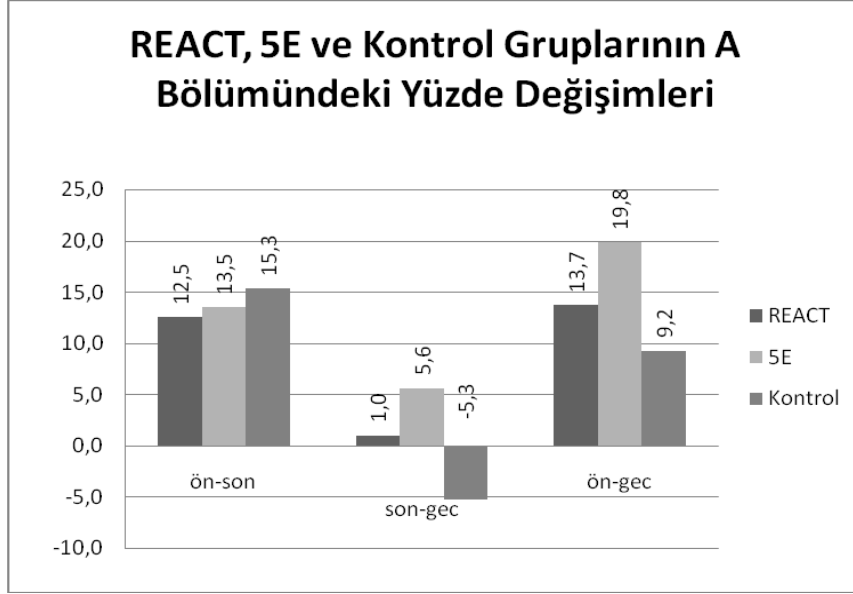
vermişken, kontrol grubunun %30,3'ü, son testte ise REACT grubunun %36,7'si, 5E grubunun %31,3'ü ile kontrol grubunun %30,3'ü, gecikmiş testte REACT grubunun %36,7'si, 5E grubunun %18,8'i ve kontrol grubunun %33,3'ü aynı kategoride cevap vermiştir.

Toprağın asidik veya bazik olma durumunu sorgulayan onuncu soruda DS-DN kategorisinde ön testte REACT grubunda %50,0, 5E grubunda %68,8, kontrol grubundaysa %69,7, son testte REACT grubunda %53,3, 5E grubunda %62,5, kontrol grubundaysa %75,8 oranında öğretmen adayı bulunmaktadır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda %56,7, 5E grubunda %56,3, kontrol grubundaysa %60,6 oranında öğretmen adayı bulunmaktadır. YS-DN kategorisinde ise REACT grubunda ön testte %3,3 oranında öğretmen adayı belirlenirken, 5E grubunda %6,3, kontrol grubunda %6,1 oranında öğretmen adayı belirlenmiştir. Son testte bu oran REACT grubunda %10,0'a ve 5E grubunda %9,4'e çıkarken, kontrol grubunda %6,1'de kalmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda %10,0'da kalırken, 5E grubunda %21,9'a, kontrol grubunda ise %15,2'ye çıkmıştır.

A bölümünün poliprotik asitleri sorgulayan on birinci sorusunda DS-DN kategorisinde ön testte REACT grubunda cevap veren öğretmen adayları %33,3, 5E grubunda cevap veren öğretmen adayları %21,9 iken kontrol grubunda %30,3'tür. Son testte ise bu oran kontrol grubunda %21,2'ye düşmesine rağmen, REACT grubunda %60,0'a ve 5E grubunda %56,3'e çıkmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunun %40,0'ı, 5E grubunun %65,6'sı, kontrol grubunun ise %39,4'ü DS-DN kategorisinde cevap verebilmiştir.

REACT, 5E ve kontrol gruplarının ABKT'nin A bölümünden almış oldukları puanlara göre hesaplanan ön ve son test arasındaki yüzde değişimleri Şekil 13'te verilmiştir.





Şekil 23. REACT, 5E ve kontrol gruplarının ABKT'nin A bölümündeki yüzde değişimleri

Şekil 23'e göre, ön ve son test arasındaki yüzde değişimlere bakacak olursak, A bölümü için REACT grubu ön test puanlarını %12,5 artırırken, 5E grubu %13,5, kontrol grubu ise %15,3 oranında artırmıştır.

REACT grubunun ve kontrol grubunun ABKT'nin B bölümüne vermiş oldukları cevapların yüzdeleri Tablo 27, 28 ve 29'da görülmektedir.

Tablo 27. REACT grubunun B bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri

Kategoriler		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
DS-DN	ÖT	3,3	36,7	3,3	23,3	6,7	20,0	-	-	6,7	13,3	40,0	-
	ST	23,3	33,3	6,7	33,3	6,7	20,0	3,3	-	3,3	26,7	26,7	-
	GT	60,0	43,3	6,7	50,0	6,7	46,7	-	-	20,0	20,0	26,7	-
DS-KDN	ÖT	6,7	6,7	3,3	6,7	-	6,7	-	3,3	10,0	23,3	-	-
	ST	13,3	13,3	-	10,0	3,3	20,0	-	13,3	30,0	3,3	3,3	-
	GT	3,3	16,7	3,3	10,0	3,3	-	-	-	13,3	3,3	6,7	-
DS-AKN	ÖT	3,3	-	-	6,7	3,3	6,7	3,3	16,7	50,0	10,0	3,3	3,3
	ST	10,0	6,7	10,0	-	6,7	10,0	-	36,7	23,3	3,3	6,7	3,3
	GT	-	3,3	3,3	6,7	16,7	13,3	6,7	33,3	46,7	13,3	10,0	-
DS	ÖT	-	-	-	-	3,3	6,7	-	3,3	-	3,3	3,3	-
	ST	3,3	-	3,3	-	-	-	3,3	3,3	6,7	-	3,3	3,3
	GT	-	-	-	3,3	3,3	-	-	3,3	-	-	-	-
YS-DN	GT	3,3	-	-	-	-	3,3	-	3,3	-	-	-	-
YS-KDN	ÖT	3,3	-	-	13,3	-	6,7	6,7	-	3,3	-	-	3,3
	ST	3,3	-	-	13,3	-	-	3,3	-	-	-	-	-
	GT	-	-	-	6,7	-	-	10,0	3,3	-	-	-	6,7
YS-AKN	ÖT	66,7	46,7	66,7	43,3	66,7	36,7	66,7	60,0	10,0	43,3	43,3	56,7
	ST	33,3	40,0	63,3	30,0	76,7	43,3	80,0	43,3	13,3	53,3	50,0	76,7
	GT	23,3	30,0	73,3	13,3	63,3	30,0	60,0	46,7	13,3	50,0	46,7	70,0
YS	ÖT	3,3	-	13,3	-	-	-	3,3	3,3	3,3	-	-	6,7
	ST	-	-	3,3	-	-	-	-	-	3,3	3,3	3,3	6,7
	GT	-	-	6,7	-	-	-	6,7	3,3	-	3,3	3,3	6,7
DN	ST	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	3,3	-	-
	GT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	-	-
KDN	ST	-	-	-	3,3	-	-	-	-	6,7	-	-	-
AKN	ÖT	3,3	-	-	-	-	-	-	3,3	10,0	-	-	-
	ST	3,3	-	3,3	-	-	-	-	-	3,3	-	-	-
	GT	-	-	-	-	-	-	6,7	-	-	-	-	-
Boş	ÖT	3,3	3,3	6,7	-	13,3	10,0	13,3	3,3	-	-	3,3	23,3
	ST	3,3	-	3,3	-	-	-	3,3	-	-	-	-	3,3
	GT	3,3	-	-	3,3	-	-	3,3	-	-	-	-	10,0

Tablo 28. 5E grubunun B bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri

Kategoriler		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
DS-DN	ÖT	21,9	34,4	3,1	50,0	6,3	34,4	-	-	3,1	25,0	34,4	-
	ST	28,1	37,5	9,4	40,6	9,4	43,8	3,1	-	-	25,0	46,9	-
	GT	40,6	50,0	3,1	46,9	18,8	46,9	-	6,3	15,6	25,0	43,8	3,1
DS-KDN	ÖT	15,6	9,4	-	12,5	6,3	9,4	-	3,1	18,8	28,1	3,1	-
	ST	18,8	21,9	-	15,6	9,4	6,3	3,1	9,4	21,9	25,0	6,3	-
	GT	-	12,5	-	12,5	3,1	3,1	-	-	15,6	-	9,4	-
DS-AKN	ÖT	-	-	9,4	3,1	12,5	3,1	3,1	9,4	37,5	-	9,4	-
	ST	-	3,1	6,3	3,1	15,6	9,4	3,1	43,8	65,6	3,1	9,4	-
	GT	9,4	3,1	-	-	9,4	3,1	6,3	43,8	31,3	12,5	3,1	-
DS	ÖT	3,1	9,4	-	6,3	12,5	3,1	3,1	3,1	6,3	3,1	6,3	-
	ST	6,3	3,1	-	-	12,5	3,1	-	18,8	3,1	3,1	9,4	3,1
	GT	3,1	3,1	-	6,3	6,3	3,1	-	3,1	9,4	3,1	9,4	-
YS-DN	ÖT	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ST	-	-	-	-	-	-	3,1	-	-	-	3,1	-
	GT	-	-	-	3,1	-	-	-	3,1	-	-	3,1	-
YS-KDN	ÖT	-	-	-	3,1	-	-	9,4	6,3	-	-	-	3,1
	ST	-	-	3,1	12,5	-	-	6,3	-	-	-	3,1	3,1
	GT	-	-	-	6,3	-	-	18,8	3,1	-	-	6,3	-
YS-AKN	ÖT	31,3	37,5	40,6	15,6	50,0	37,5	50,0	46,9	18,8	34,4	31,3	50,0
	ST	31,3	31,3	53,1	21,9	43,8	31,3	59,4	21,9	6,3	31,3	12,5	62,5
	GT	28,1	25,0	68,8	21,9	53,1	40,6	56,3	31,3	15,6	53,1	18,8	59,4
YS	ÖT	9,4	-	25,0	3,1	6,3	-	18,8	15,6	-	6,3	9,4	3,1
	ST	9,4	-	21,9	6,3	-	6,3	9,4	6,3	-	3,1	6,3	18,8
	GT	9,4	-	25,0	-	3,1	-	12,5	3,1	3,1	3,1	3,1	12,5
DN	GT	3,1	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1	-
AKN	ÖT	3,1	-	3,1	-	-	-	3,1	3,1	6,3	-	-	-
	ST	3,1	3,1	6,3	-	6,3	-	3,1	-	-	6,3	-	-
	GT	-	-	-	-	3,1	-	3,1	-	-	3,1	-	-
Boş	ÖT	12,5	9,4	18,8	6,3	6,3	12,5	12,5	12,5	9,4	3,1	6,3	43,8
	ST	3,1	-	-	-	3,1	-	9,4	-	3,1	3,1	3,1	12,5
	GT	6,3	-	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	6,3	9,4	-	-	25,0

Tablo 29. Kontrol grubunun B bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri

Kategoriler	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	
DS-DN	ÖT	-	42,4	-	15,2	-	54,6	-	-	-	12,1	48,5	-
	ST	15,2	57,6	-	12,1	-	66,7	-	-	-	21,2	42,4	-
	GT	21,2	51,5	9,1	18,2	-	42,4	-	3,0	6,1	27,3	33,3	-
DS-KDN	ÖT	9,1	15,2	3,0	15,2	12,1	-	-	9,1	18,2	9,1	-	-
	ST	6,1	0,0	9,1	21,2	3,0	3,0	-	6,1	15,2	9,1	-	-
	GT	6,1	3,0	-	12,1	-	6,1	-	6,1	27,3	6,1	12,1	-
DS-AKN	ÖT	6,1	-	6,1	3,0	3,0	3,0	6,1	21,2	33,3	-	6,1	9,1
	ST	15,2	3,0	30,3	3,0	-	3,0	-	39,4	39,4	-	9,1	-
	GT	3,0	6,1	6,1	6,1	6,1	3,0	-	42,4	42,4	6,1	15,2	-
DS	ÖT	6,1	9,1	3,0	-	9,1	3,0	-	-	6,1	-	-	-
	ST	-	3,0	3,0	-	-	-	-	3,0	9,1	-	-	-
	GT	-	3,0	-	-	3,0	-	-	3,0	3,0	3,0	6,1	-
YS-DN	ST	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-
	GT	-	-	-	3,0	-	6,1	-	-	-	-	-	-
YS-KDN	ÖT	-	-	-	15,2	-	-	6,1	-	3,0	-	-	-
	GT	-	-	-	6,1	-	3,0	3,0	-	-	-	-	-
YS-AKN	ÖT	42,4	21,2	63,6	42,4	54,6	36,4	69,7	42,4	24,2	54,6	27,3	33,3
	ST	48,5	30,3	30,3	51,5	72,7	24,2	75,8	33,3	30,3	54,6	30,3	51,5
	GT	51,5	36,4	66,7	45,5	69,7	39,4	75,8	36,4	12,1	51,5	27,3	48,5
YS	ÖT	9,1	6,1	21,2	6,1	-	-	9,1	12,1	-	12,1	3,0	15,2
	ST	-	-	-	3,0	6,1	-	12,1	6,1	3,0	3,0	15,2	12,1
	GT	3,0	-	6,1	3,0	6,1	-	12,1	3,0	3,0	-	6,1	6,1
DN	ÖT	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ST	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-
KDN	ÖT	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	3,0	-	-
	ST	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-
AKN	ÖT	3,0	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-
	ST	-	3,0	3,0	-	3,0	-	3,0	3,0	3,0	12,1	-	-
	GT	3,0	-	6,1	-	-	-	-	3,0	3,0	3,0	-	-
Boş	ÖT	21,2	6,1	3,0	-	21,2	3,0	6,1	15,2	15,2	9,1	15,2	42,4
	ST	15,2	3,0	24,2	3,0	15,2	-	9,1	9,1	-	-	3,0	36,4
	GT	12,1	-	6,1	6,1	15,2	-	9,1	3,0	3,0	3,0	-	45,5

Tablo 27'ye göre REACT grubunda B bölümünün asit-baz tanımını sorgulayan birinci sorusuna ön testte %3,3 ve Tablo 28'e göre 5E grubunda %21,9 oranında DS-DN kategorisinde cevap veren öğretmen adayı olmasına rağmen Tablo 29'dan görüldüğü gibi kontrol grubunda bu kategoride cevap veren öğretmen adayı olmamıştır. Son testte ise REACT grubunda %23,3 olan oran, 5E grubunda %28,1 ve kontrol grubunda %15,2'dir. Gecikmiş testte ise REACT grubu öğretmen adaylarının %60,0'ı, 5E grubu öğretmen adaylarının %40,6'sı ve kontrol grubunun %21,2'si bu kategoride cevap vermiştir. DS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunda %3,3 oranında cevap vermiş öğretmen adayı belirlenirken, kontrol grubunda %6,1 oranında öğretmen adayı belirlenmiştir. Son testte ise REACT grubunda %10,0, kontrol grubunda %15,2, gecikmiş testte ise 5E grubunda %9,4 ve kontrol grubunda %3,0 oranında öğretmen adayı bu kategoridedir. Ön testte REACT grubunun %66,7'si ile 5E grubunun %31,3'ü YS-AKN kategorisinde iken, kontrol grubunun %42,4'ü, son testte REACT grubunun %33,3'ü ile 5E grubunun yine %31,3'ü ve kontrol grubunun %48,5'i, gecikmiş testte ise REACT grubunun %23,3'ü, 5E grubunun %28,1'i ve kontrol grubunun %51,5'i aynı kategoridedir. AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubunun %3,3'ü, 5E grubunun %3,1'i, kontrol grubunun ise %3,0'ü son testte REACT grubunun %3,3'ü, 5E grubunun %3,1'i, gecikmiş testte ise yalnızca kontrol grubunun %3,0'i cevap vermiştir.

Asit-bazların genel özelliklerini sorgulayan ikinci soruda ön testte REACT grubunun %36,7'si ile 5E grubunun %34,4'ü DS-DN kategorisinde cevap vermiş olup, kontrol grubunun ise %42,4'ü, son testte REACT grubunun %33,3'ü, 5E grubunun %37,5'i ile kontrol grubunun %57,6'sı, gecikmiş testte ise REACT grubunun %43,3'ü, 5E grubunun %50,0'si ile kontrol grubunun %51,5'i aynı kategoride cevap vermiştir. DS-AKN kategorisinde cevap veren öğretmen adayı ön testte bulunmazken, son testte REACT grubunun %6,7'si, 5E grubunun %3,1'i ve kontrol grubunun da %3,0'ı, gecikmiş testte ise REACT grubunun %3,3'ü, 5E grubunun %3,1'i ile kontrol grubunun %6,1'i bu kategoride belirlenmiştir. AKN kategorisinde REACT grubundan öğretmen adayı bulunmazken, son testte 5E grubunda %3,1 ve kontrol grubunda %3,0 oranında öğretmen adayı belirlenmiştir.

Asit kuvvetliliği ile ilgili olan üçüncü soruda ön testte YS-AKN kategorisinde REACT grubu öğretmen adaylarının %66,7'si ile 5E grubu öğretmen adaylarının %40,6'sı bulunurken, kontrol grubunun %63,6'sı bulunmaktadır. Son testte ise REACT grubunun %63,3'ü, 5E grubunun %53,1'i ile kontrol grubunun %30,3'ü, gecikmiş testte ise REACT grubunun %73,3'ü, 5E grubunun %68,8'i ve kontrol grubunun %66,7'si aynı kategoride

yer almaktadır. AKN kategorisinde ön testte 5E grubunda %3,1, son testte REACT grubunda bu oran %3,3, 5E grubunda %6,3 ve kontrol grubunda %3,0, gecikmiş testte ise kontrol grubunda %6,1'dir.

Asidik-bazik özellikle pH ve pOH arasındaki ilişkinin sorgulandığı dördüncü soruda ön testte REACT grubu öğretmen adaylarının %23,3'ü ve 5E grubu öğretmen adaylarının %50,0'si DS-DN kategorisinde cevap vermişken, kontrol grubunun %15,2'si, son testte REACT grubunun %33,3'ü, 5E grubunun %40,6'sı ve kontrol grubunun %12,1'i, gecikmiş testte ise REACT grubu öğretmen adaylarının %50,0'si, 5E grubu öğretmen adaylarının %46,9'u ile kontrol grubu öğretmen adaylarının %18,2'si aynı kategoride cevap vermiştir. DS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubunda %6,7 ve 5E grubunda %3,1 oranında öğretmen adayı cevap vermiş olup, kontrol grubunda bu oran %3,0'tür. Son testte ise 5E grubunda %3,1 ve kontrol grubunda yine %3,0 oranında, gecikmiş testte REACT grubunda %6,7, kontrol grubunda %6,1 oranında öğretmen adayı bu kategoride cevap vermiştir. YS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubunun %43,3'ü, 5E grubunun %15,6'sı kontrol grubunun ise %42,4'ü, son testte REACT grubunun %30,0'u, 5E grubunun %21,9'u ve kontrol grubunun %51,5'i, gecikmiş testte ise REACT grubunun %13,3'ü, 5E grubunun %21,9'u ve kontrol grubunun %45,5'i bu kategoride cevap vermiştir.

Baz kuvvetliliğinin sahip olunan OH sayısı ile ilişkisinin sorgulandığı beşinci soruda DS-DN kategorisinde ön, son ve gecikmiş testte REACT grubunda cevap veren öğretmen adaylarının oranı %6,7 iken, 5E grubunda ön testte cevap veren öğretmen adaylarının oranı %6,3, son testte %9,4, gecikmiş testte %18,8 iken kontrol grubunda bu kategoride cevap veren öğretmen adayı olmamıştır. YS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunun %66,7'si, 5E grubunun %50,0'si, kontrol grubunun ise %54,6'sı, son testte REACT grubunun %76,7'si, 5E grubunun %43,8'i ile kontrol grubunun %72,7'si ve gecikmiş testte REACT grubunun %63,3'ü, 5E grubunun %53,1'i ile kontrol grubunun %69,7'si bulunmaktadır.

Asit-bazların genel özelliklerinin sorgulandığı altıncı soruda ise DS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunun %6,7'si, 5E grubunun %3,1'i ve kontrol grubunun ise %3,0'ü, son testte REACT grubunun %10,0'u, 5E grubunun %9,4'ü ve kontrol grubunun %3,0'ü, gecikmiş testte REACT grubunun %13,3'ü ile 5E grubunun %3,1'i, kontrol grubunun yine %3,0'ü bulunmaktadır. AKN kategorisinde cevap veren öğretmen adayı üç grupta da bulunmamaktadır. YS-AKN kategorisinde ise ön testte

REACT grubunun %36,7'si, 5E grubunun %37,5'i, kontrol grubunun %36,4'ü, son testte REACT grubunun %43,3'ü, 5E grubunun %31,3'ü, kontrol grubunun %24,2'si ile gecikmiş testte REACT grubunun %30,0'u, 5E grubunun %40,6'sı ve kontrol grubunun %39,4'ü cevap vermiştir.

Asit-baz kuvvetliliği ile ilgili olan yedinci soruda DS-DN kategorisinde ön ve gecikmiş testte cevap veren öğretmen adayı olmazken, son testte REACT grubunun %3,3'ü ile 5E grubunun %3,1'i bu kategoride cevap vermiştir. DS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubunun %3,3'ü, 5E grubunun %3,1'i ve kontrol grubunun ise %6,1'i ile son testte 5E grubunun %3,1'i, gecikmiş testte REACT grubunun %6,7'si ve 5E grubunun %6,3'ü cevap vermiştir. YS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubu öğretmen adaylarının %66,7'si, 5E grubu öğretmen adaylarının %50,0'si, kontrol grubu öğretmen adaylarının %69,7'si, son testte REACT grubunun %80,0'i ile 5E grubunun %59,4'ü ve kontrol grubunun %75,8'i ve gecikmiş testte REACT grubunun %60,0'ı, 5E grubunun %56,3'ü ile kontrol grubunun %75,8'i cevap vermiştir.

Asit-baz tepkimeleriyle ilgili olan sekizinci soruda REACT grubunda DS-DN kategorisinde cevap veren olmazken, gecikmiş testte 5E grubunda %6,3 ve kontrol grubunda %3,0 oranında cevap veren öğretmen adayı bulunmaktadır. DS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubunda %16,7, 5E grubunda %9,4, kontrol grubunda %21,2, son testte REACT grubunda %36,7, 5E grubunda %43,8, kontrol grubunda %39,4, gecikmiş testte REACT grubunda %33,3, 5E grubunda %43,8, kontrol grubunda %42,4 oranında cevap veren öğretmen adayı bulunmaktadır. AKN kategorisinde ön testte REACT grubunda cevap verenlerin oranı %3,3 iken, 5E grubunda cevap verenlerin oranı %3,1, son ve gecikmiş testte kontrol grubunda cevap verenlerin oranı %3,0'tür.

Asit-bazların elektrik iletkenliğinin sorgulandığı dokuzuncu soruda DS-DN kategorisinde REACT grubunda cevap verenler ön testte %6,7 iken, 5E grubunda cevap verenler %3,1 iken, son testte REACT grubunda %3,3 ve gecikmiş testte REACT grubunda %20,0 iken 5E grubunda %15,6 ve kontrol grubunda %6,1'dir. DS-AKN kategorisinde ise REACT grubu öğretmen adaylarının %50,0'si ile 5E grubu öğretmen adaylarının %37,5'i ve kontrol grubunun ise %33,3'ü ön testte, son testte ise REACT grubunun %23,3'ü ve 5E grubunun %65,6'sı ile kontrol grubunun %39,4'ü, gecikmiş testte ise REACT grubunun %46,7'si ve 5E grubunun %31,3'ü ile kontrol grubunun %42,4'ü cevap vermiştir. AKN kategorisinde ise REACT grubunda ön testte %10,0 ve 5E grubunda %6,3 oranında öğretmen adayı cevap verirken kontrol grubunda ön testte bu kategoride

cevap veren olmamıştır. Son testte ise REACT grubunda bu oran %3,3'e gerilerken, kontrol grubunda %3,0'tür. Gecikmiş testte ise kontrol grubu öğretmen adaylarının %3,0'ü aynı kategoride cevap vermişken, REACT grubunda cevap veren olmamıştır.

Asit-bazların genel özelliklerinin sorgulandığı onuncu soruda DS-DN kategorisinde ön testte REACT grubunun %13,3'ü, 5E grubunun %25,0'i ile kontrol grubunun %12,1'i, son testte REACT grubunun %26,7'si, 5E grubunun %25,0'i ve kontrol grubunun %21,2'si, gecikmiş testte ise REACT grubunun %20,0'si, 5E grubunun %25,0'i ve kontrol grubunun %27,3'ünün cevap verdiği belirlenmiştir. YS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubu öğretmen adaylarının %43,3'ü ve 5E grubu öğretmen adaylarının %34,4'ü cevap vermişken, kontrol grubunun %54,6'sı, son testte REACT grubunun %53,3'ü, 5E grubunun %31,3'ü ve kontrol grubunun %54,6'sı, gecikmiş testte ise REACT grubunun %50,0'si, 5E grubunun %53,1'i ile kontrol grubunun %51,5'inin cevap verdiği görülmüştür. AKN kategorisinde REACT grubunda cevap veren olmazken, kontrol grubu öğretmen adaylarının %12,1'i ile 5E grubu öğretmen adaylarının %6,3'ü son testte, kontrol grubunun %3,0'ü ile 5E grubunun %3,1'i de gecikmiş testte cevap vermiştir.

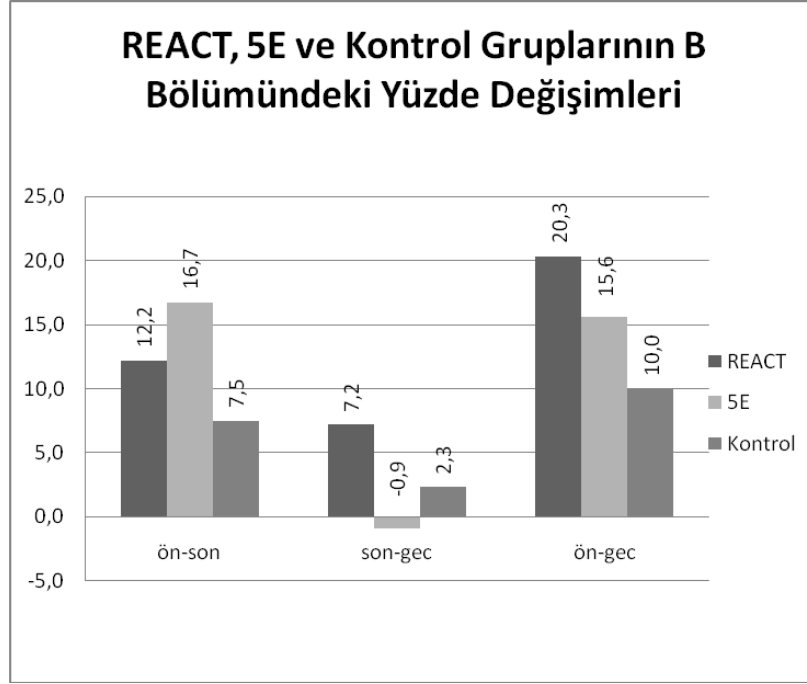
Asit-baz tepkimeleriyle ilgili olan on birinci soruda DS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunda cevap verenlerin oranı %3,3, 5E grubunda cevap verenlerin oranı %34,4 iken, kontrol grubunda bu oran %6,1'dir. Son testte REACT grubu öğretmen adaylarının %6,7'si, 5E grubu öğretmen adaylarının %46,9'u ile kontrol grubunun %9,1'i ve gecikmiş testte REACT grubunun %10,0'u, 5E grubunun %43,8'i ve kontrol grubunun %15,2'si yine aynı kategoride cevap vermiştir. Ön testte REACT grubu öğretmen adaylarının %43,3'ü, 5E grubu öğretmen adaylarının %31,3'ü ve kontrol grubu öğretmen adaylarının %27,3'ü, son testte REACT grubunun %50,0'si, 5E grubunun %12,5'i ve kontrol grubunun %30,3'ü, gecikmiş testte ise REACT grubunun %46,7'si, 5E grubunun %18,8'i ile kontrol grubunun %27,3'ü YS-AKN kategorisinde cevap vermiştir. AKN kategorisinde her üç grupta da cevap veren öğretmen adayı olmamıştır.

Asit-baz kuramlarının sorgulandığı on ikinci soruda ise DS-DN kategorisinde REACT ve kontrol grubundan cevap veren öğretmen adayı olmazken, gecikmiş testte 5E grubunda cevap verenlerin oranı %3,1'dir. YS-AKN kategorisinde ise REACT grubunda ön testte cevap verenler %56,7 olarak belirlenmiş olup, 5E grubunda cevap verenler %50,0, kontrol grubunda ise %33,3'tür. Son testte ise REACT grubunun %76,7'si ve 5E grubunun %62,5'i aynı kategoride cevap vermiş olup, kontrol grubunun %51,5'i ve



gecikmiş testte REACT grubunun %70,0'i ile 5E grubunun %59,4'ü ve kontrol grubunun %48,5'i de yine aynı kategoride cevap vermiştir.

REACT, 5E ve kontrol gruplarının ABKT'nin B bölümünden almış oldukları puanlara göre hesaplanan ön ve son test arasındaki yüzde değişimleri Şekil 24'te verilmiştir.



Şekil 24. REACT, 5E ve kontrol gruplarının ABKT'nin B bölümündeki yüzde değişimleri

Şekil 24'e göre ABKT'nin B bölümü için ön ve son test puanları arasındaki yüzde değişimlere göre REACT grubu puanlarını %12,2 oranında, 5E grubu %16,7 oranında, kontrol grubu ise %7,5 oranında artırmıştır.

REACT, 5E ve kontrol grubunun ABKT'nin C bölümüne vermiş oldukları cevapların yüzdeleri Tablo 30, 31 ve 32'de görülmektedir.

Tablo 30. REACT grubunun C bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri

Kategoriler		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
DS-DN	ÖT	13,3	13,3	6,7	16,7	-	6,7	40,0	13,3	-	6,7	13,3	-
	ST	20,0	23,3	13,3	30,0	10,0	13,3	43,3	26,7	6,7	13,3	36,7	6,7
	GT	20,0	33,3	3,3	16,7	20,0	-	40,0	36,7	6,7	13,3	20,0	3,3
DS-KDN	ÖT	3,3	3,3	3,3	26,7	6,7	-	26,7	16,7	3,3	6,7	16,7	-
	ST	-	6,7	-	26,7	20,0	3,3	33,3	13,3	6,7	10,0	3,3	-
	GT	3,3	-	6,7	33,3	3,3	-	3,3	-	6,7	-	3,3	3,3
DS-AKN	ÖT	3,3	13,3	3,3	16,7	3,3	20,0	16,7	10,0	6,7	40,0	50,0	-
	ST	-	16,7	20,0	-	3,3	16,7	10,0	13,3	6,7	26,7	40,0	-
	GT	10,0	13,3	10,0	13,3	6,7	33,3	33,3	16,7	6,7	36,7	43,3	3,3
DS	ÖT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3
	ST	-	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-
	GT	-	-	-	-	-	3,3	-	3,3	-	-	-	-
YS-DN	ÖT	13,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ST	16,7	3,3	-	3,3	-	-	-	6,7	3,3	-	-	-
	GT	16,7	-	3,3	-	-	-	3,3	3,3	-	-	-	-
YS-KDN	ÖT	6,7	6,7	3,3	6,7	3,3	-	-	3,3	-	3,3	-	-
	ST	3,3	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	3,3
	GT	10,0	6,7	20,0	3,3	-	-	-	3,3	3,3	-	-	-
YS-AKN	ÖT	53,3	43,3	60,0	20,0	70,0	26,7	3,3	30,0	53,3	20,0	6,7	26,7
	ST	53,3	36,7	50,0	23,3	50,0	20,0	-	30,0	50,0	26,7	6,7	40,0
	GT	30,0	36,7	36,7	20,0	56,7	26,7	3,3	23,3	50,0	36,7	16,7	36,7
YS	ÖT	-	-	3,3	-	-	-	-	-	3,3	--	-	-
	ST	-	3,3	6,7	-	3,3	-	-	-	3,3	6,7	-	13,3
	GT	3,3	-	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7
KDN	ÖT	-	-	-	-	6,7	3,3	-	-	-	-	-	-
AKN	ÖT	-	-	-	-	-	3,3	-	6,7	-	3,3	-	-
	ST	-	-	-	-	-	3,3	-	-	3,3	-	-	-
Boş	ÖT	-	13,3	13,3	6,7	3,3	33,3	6,7	16,7	23,3	13,3	6,7	63,3
	ST	-	3,3	3,3	6,7	6,7	26,7	6,7	3,3	13,3	10,0	6,7	30,0
	GT	-	3,3	6,7	6,7	6,7	30,0	10,0	6,7	20,0	6,7	10,0	40,0

Tablo 31. 5E grubunun C bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri

Kategoriler		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
DS-DN	ÖT	18,8	12,5	6,3	28,1	3,1	-	25,0	28,1	3,1	6,3	3,1	-
	ST	56,3	15,6	9,4	28,1	3,1	15,6	40,6	40,6	3,1	21,9	18,8	-
	GT	28,1	9,4	15,6	34,4	12,5	12,5	40,6	43,8	3,1	9,4	34,4	3,1
DS-KDN	ÖT	-	-	3,1	12,5	6,3	-	46,9	15,6	6,3	3,1	6,3	3,1
	ST	-	-	-	34,4	12,5	-	40,6	3,1	-	6,3	15,6	-
	GT	3,1	-	3,1	25,0	3,1	6,3	6,3	-	3,1	-	6,3	-
DS-AKN	ÖT	6,3	6,3	6,3	21,9	-	18,8	12,5	9,4	6,3	34,4	68,8	-
	ST	6,3	15,6	9,4	9,4	9,4	34,4	12,5	18,8	9,4	37,5	56,3	12,5
	GT	6,3	25,0	6,3	9,4	3,1	31,3	34,4	15,6	6,3	46,9	37,5	-
DS	ÖT	-	3,1	3,1	6,3	-	6,3	3,1	3,1	-	6,3	-	6,3
	ST	-	-	-	6,3	-	6,3	-	-	-	6,3	-	-
	GT	-	-	-	-	-	6,3	3,1	-	-	6,3	6,3	6,3
YS-DN	ÖT	21,9	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-
	ST	18,8	-	3,1	-	-	-	-	3,1	-	-	-	-
	GT	9,4	-	3,1	-	-	-	-	-	3,1	-	-	-
YS-KDN	ÖT	3,1	-	6,3	3,1	-	-	-	-	-	-	-	3,1
	ST	3,1	-	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1
	GT	6,3	-	6,3	3,1	-	-	-	-	-	3,1	-	-
YS-AKN	ÖT	46,9	56,3	68,8	15,6	56,3	25,0	9,4	31,3	43,8	34,4	3,1	18,8
	ST	15,6	62,5	68,8	21,9	65,6	15,6	6,3	31,3	62,5	15,6	3,1	21,9
	GT	31,3	53,1	53,1	12,5	65,6	28,1	6,3	28,1	68,8	15,6	12,5	28,1
YS	ÖT	3,1	9,4	3,1	-	6,3	-	-	3,1	12,5	-	3,1	6,3
	ST	-	3,1	-	-	3,1	-	-	-	12,5	3,1	-	12,5
	GT	9,4	9,4	6,3	-	-	-	-	6,3	6,3	6,3	3,1	9,4
AKN	ÖT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1
	ST	-	-	-	-	3,1	3,1	-	-	-	-	3,1	-
Boş	ÖT	-	12,5	3,1	6,3	28,1	50,0	3,1	9,4	28,1	15,6	15,6	59,4
	ST	-	3,1	6,3	-	3,1	25,0	-	3,1	12,5	9,4	3,1	50,0
	GT	6,3	3,1	6,3	15,6	15,6	15,6	9,4	6,3	9,4	12,5	-	53,1

Tablo 32. Kontrol grubunun C bölümündeki her bir soruya vermiş oldukları cevapların kategorileri ve yüzdeleri

Kategoriler		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
DS-DN	ÖT	9,1	30,3	-	18,2	-	3,0	15,2	63,6	-	-	3,0	-
	ST	21,2	3,0	6,1	18,2	3,0	6,1	42,4	72,7	6,1	-	9,1	-
	GT	30,3	27,3	-	15,2	-	-	33,3	57,6	3,0	-	18,2	-
DS-KDN	ÖT	-	-	-	27,3	3,0	3,0	33,3	-	-	-	9,1	-
	ST	3,0	-	3,0	21,2	6,1	3,0	15,2	-	-	-	18,2	-
	GT	6,1	-	9,1	30,3	3,0	-	3,0	9,1	9,1	-	6,1	-
DS-AKN	ÖT	9,1	12,1	9,1	6,1	-	12,1	9,1	6,1	12,1	33,3	75,8	3,0
	ST	6,1	24,2	15,2	21,2	-	15,2	9,1	6,1	9,1	33,3	54,6	9,1
	GT	3,0	12,1	21,2	18,2	-	30,3	24,2	6,1	9,1	27,3	48,5	-
DS	ÖT	-	3,0	-	9,1	3,0	3,0	3,0	-	3,0	-	6,1	3,0
	ST	-	-	3,0	-	-	9,1	3,0	-	-	3,0	3,0	12,1
	GT	-	3,0	-	-	-	3,0	6,1	-	-	-	6,1	-
YS-DN	ÖT	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ST	6,1	-	-	-	-	-	6,1	6,1	-	-	-	-
	GT	21,2	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-
YS-KDN	ÖT	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ST	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GT	-	-	-	-	-	-	-	3,0	3,0	-	-	-
YS-AKN	ÖT	48,5	27,3	66,7	21,2	66,7	36,4	24,2	12,1	36,4	18,2	3,0	15,2
	ST	54,6	63,6	63,6	27,3	87,9	33,3	12,1	9,1	60,6	18,2	9,1	21,2
	GT	36,4	57,6	57,6	15,2	90,9	27,3	15,2	21,2	39,4	36,4	18,2	18,2
YS	ÖT	12,1	3,0	12,1	3,0	6,1	-	3,0	3,0	9,1	3,0	-	6,1
	ST	3,0	-	6,1	-	-	3,0	-	6,1	12,1	6,1	-	6,1
	GT	3,0	-	3,0	-	-	3,0	-	3,0	6,1	12,1	-	9,1
DN	ÖT	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-
	GT	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-
KDN	ST	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GT	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-
AKN	ST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-
	GT	-	-	-	3,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 32'nin devamı

Boş	ÖT	6,1	24,2	12,1	15,2	21,2	42,4	12,1	12,1	39,4	42,4	3,0	72,7
	ST	-	6,1	3,0	12,1	3,0	30,3	12,1	-	12,1	39,4	3,0	51,5
	GT	-	-	9,1	18,2	-	36,4	15,2	-	27,3	24,2	3,0	72,7

Tablo 30'a göre REACT grubunda C bölümünün asit-baz tanımını sorgulayan birinci sorusuna ön testte %13,3 ve Tablo 31'e göre 5E grubunda %18,8 oranında DS-DN kategorisinde cevap veren öğretmen adayı olmasına rağmen Tablo 32'den de görüldüğü gibi kontrol grubunda bu oran %9,1'dir. Son testte ise REACT grubu öğretmen adaylarının %20,0'si, 5E grubu öğretmen adaylarının %56,3'ü, kontrol grubunun ise %21,2'si, gecikmiş testte ise REACT grubunun yine %20,0'si, 5E grubunun %28,1'i ve kontrol grubunun %30,3'ü aynı kategoride cevap vermiştir. DS-AKN kategorisinde ise REACT grubunda ön testte %3,3, 5E grubunda %6,3 ve kontrol grubunda ise %9,1, son testte 5E grubunda %6,3 ve kontrol grubunda %6,1, gecikmiş testte REACT grubunda %10,0, 5E grubunda %6,3 ve kontrol grubunda %3,0 oranında cevap verilmiştir. YS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubu öğretmen adaylarının %53,3'ü, 5E grubu öğretmen adaylarının %46,9'u, ve kontrol grubunun ise %48,5'i, son testte REACT grubunun %53,3'ü, 5E grubunun %15,6'sı ile kontrol grubunun %54,6'sı, gecikmiş testte ise REACT grubunun %30,0'u, 5E grubunun %31,3'ü ve kontrol grubunun %36,4'ünün cevap verdiği belirlenmiştir.

Asit-bazların genel özelliklerini sorgulayan ikinci soruda DS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubu öğretmen adaylarının %13,3'ü, 5E grubu öğretmen adaylarının %6,3'ü ve kontrol grubu öğretmen adaylarının %12,1'i, son testte REACT grubunun %16,7'si, 5E grubunun %15,6'sı ile kontrol grubunun %24,2'si, gecikmiş testte ise REACT grubunun %13,3'ü, 5E grubunun %25,0'i ve kontrol grubunun %12,1'inin cevap verdiği belirlenmiştir. YS-KDN kategorisinde 5E ve kontrol grubunda cevap veren öğretmen adayı olmazken, REACT grubunda ön ve gecikmiş testte %6,7 oranında cevap veren öğretmen adayı bulunmaktadır. Üç grupta da AKN kategorisinde cevap veren öğretmen adayı bulunmamaktadır.

Asit-baz kuvvetliliğinin sahip olunan H ve OH sayısı ile ilişkisinin sorgulandığı üçüncü soruda DS-DN kategorisinde ön testte cevap veren öğretmen adaylarının oranı REACT grubunda %6,7 ve 5E grubunda %6,3 iken bu kategoride kontrol grubunda ön ve gecikmiş testte cevap veren öğretmen adayı bulunmamaktadır. Son testte REACT grubunda cevap verenlerin oranı %13,3, 5E grubunda cevap verenlerin oranı %9,4 iken kontrol grubunda %6,1'dir. Gecikmiş testte REACT grubunun %3,3'ü ve 5E grubunun %15,6'sı aynı kategoride cevap vermiştir. YS-AKN kategorisinde ön testte REACT grubunda cevap verenler %60,0 ve 5E grubunda cevap verenler %68,8 olarak belirlenirken, kontrol grubunda bu oran %66,7'dir. Son testte ise REACT grubunda aynı kategoride

cevap verenlerin oranı %50,0'ye düşerken, kontrol grubunda %63,6'ya düşmüş, 5E grubunda aynı kategoride cevap verenlerin oranı %68,8'de kalmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda %36,7'ye, 5E grubunda %53,1'e ve kontrol grubunda %57,6'ya düşmüştür.

Asidik-bazik özellikle pH ve pOH arasındaki ilişkinin sorgulandığı dördüncü soruda DS-DN kategorisinde ön testte REACT grubunda cevap veren öğrenciler %16,7 iken, 5E grubunda cevap veren öğretmen adayları %28,1 ve kontrol grubunda %18,2'dir. Son testte ise REACT grubunda aynı kategoride cevap verenlerin oranı %30,0'a çıkarken, 5E ve kontrol grubunda ön testle aynı kalmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda DS-DN kategorisinde cevap verenlerin oranı tekrar %16,7 olurken, 5E grubunda %34,4'e çıkmış, kontrol grubunda ise %15,2'ye düşmüştür. DS-AKN kategorisinde cevap verenler ön testte REACT grubunun %16,7'si ve 5E grubunun %21,9'u iken, kontrol grubunun %6,1'idir. Son testte ise kontrol grubunun oranı %21,2'ye çıkarken, 5E grubunda ise %9,4'e inmiş, REACT grubunda ise cevap veren olmamıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunun %13,3'ü ve 5E grubunun %9,4'ü ile kontrol grubunun %18,2'sinin aynı kategoride cevap verdiği belirlenmiştir.

Asit-baz kuvvetliliği ile ilgili olan beşinci soruda DS-DN kategorisinde ön testte REACT ve kontrol grubunda cevap veren olmazken, 5E grubunun %3,1'i, son testte REACT grubu öğretmen adaylarının %10,0'u ve 5E grubu öğretmen adaylarının %3,1'i ile kontrol grubunun %3,0'ü, gecikmiş testte ise REACT grubunun %20,0'si ve 5E grubunun %12,5'si bu kategoride yer almaktadır. YS-AKN kategorisine bakılacak olursa ön testte REACT grubunun %70,0'i, 5E grubunun %56,3'ü ve kontrol grubunun %66,7'si, son testte REACT grubunun %50,0'si, 5E grubunun %65,6'sı ile kontrol grubunun %87,9'u, gecikmiş testte ise REACT grubunun %56,7'si, 5E grubunun %65,6'sı ve kontrol grubunun %90,9'u bu kategoride cevap vermiştir. AKN kategorisinde ise son testte 5E grubu öğretmen adaylarının %3,1'i ile kontrol grubu öğretmen adaylarının %3,0'ü gecikmiş testte cevap vermiştir.

Hidroliz ile ilgili olan altıncı soruda DS-DN kategorisinde ön testte REACT grubu öğretmen adaylarının %6,7'si iken kontrol grubunun %3,0'ü, son testte ise REACT grubunun %13,3'ü, 5E grubunun %15,6'sı ve kontrol grubunun %6,1'i cevap vermiştir. Gecikmiş testte ise 5E grubunun %12,5'i bu kategoride cevap vermiştir. AKN kategorisinde ön ve son testte REACT grubunun %3,3'ü ve son testte 5E grubunun %3,1'i cevap verirken kontrol grubundan bu kategoride cevap veren olmamıştır. Boş

kategorisinde ise ön testte REACT grubunun %33,3'ü, 5E grubunun %50,0'si, kontrol grubunun ise %42,4'ü, son testte REACT grubunun %26,7'si, 5E grubunun %25,0'i ile kontrol grubunun %30,3'ü, gecikmiş testte REACT grubunun %30,0'u, 5E grubunun %15,6'sı ve kontrol grubunun %36,4'ü bulunmaktadır.

pH ve pOH kavramları arasındaki ilişkinin sorgulandığı yedinci soruda DS-DN kategorisinde ön testte REACT grubu öğretmen adaylarının %40,0'ı, 5E grubu öğretmen adaylarının %25,0'i ile kontrol grubunun %15,2'si, son testte REACT grubunun %43,3'ü, 5E grubunun %40,6'sı ve kontrol grubunun %42,4'ü, gecikmiş testte ise REACT grubunun %40,0'ı ile 5E grubunun %40,6'sı ve kontrol grubunun %33,3'ü cevap vermiştir. DS-KDN kategorisinde ise ön testte REACT grubunun %26,7'si cevap vermişken bu oran 5E grubunun %46,9 ve kontrol grubunda %33,3'tür. Son testte REACT grubunda öğretmen adaylarının %33,3'ü aynı kategoride bulunmakta iken, 5E grubunda öğretmen adaylarının %40,6'sı ve kontrol grubunun ise %15,2'si bulunmaktadır. Gecikmiş testte ise REACT grubunun sadece %3,3'ü, 5E grubunun %6,3'ü, kontrol grubunun ise %3,0'ü aynı kategoride cevap vermiştir. YS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubu öğretmen adaylarının %3,3'ü, 5E grubu öğretmen adaylarının %9,4'ü ve kontrol grubununda %24,2'si, son testte 5E grubu öğretmen adaylarının %6,3'ü ve kontrol grubunun %12,1'i, gecikmiş testte REACT grubunun %3,3'ü, 5E grubunun %6,3'ü ve kontrol grubunun %15,2'sinin cevap verdiği belirlenmiştir.

Asit-bazların genel özelliklerinin sorgulandığı sekizinci soruda DS-AKN kategorisinde ön testte cevap verenlerin oranı REACT grubunda %10,0 ve 5E grubunda %9,4 iken, son testte bu oran REACT grubunda %13,3 ve 5E grubunda %18,8, gecikmiş testte ise REACT grubunda %16,7 ve 5E grubunda %15,6'dır. Kontrol grubunda ise ön, son ve gecikmiş testte öğretmen adaylarının %6,1'i bu kategoride cevap vermiştir. YS-AKN kategorisinde ise ön testte cevap verenler REACT grubunda %30,0, 5E grubunda %31,3, kontrol grubunda %12,1, son testte REACT grubunda %30,0, 5E grubunda %31,3, kontrol grubunda %9,1, gecikmiş testte ise REACT grubunda %23,3 iken 5E grubunda %28,1 ve kontrol grubunda %21,2 olmuştur. AKN kategorisinde ise yalnızca ön testte REACT grubunda %6,7 oranında öğretmen adayı cevabı belirlenirken, 5E ve kontrol grubunda bu kategoride cevap veren öğretmen adayı olmamıştır.

Asit-baz tepkimelerinin sorgulandığı dokuzuncu soruda ise DS-DN kategorisinde ön testte cevap veren öğretmen adayı olmazken, son testte REACT grubu öğretmen adaylarının %6,7'si ile kontrol grubunun %6,1'i, gecikmiş testte ise REACT grubunun



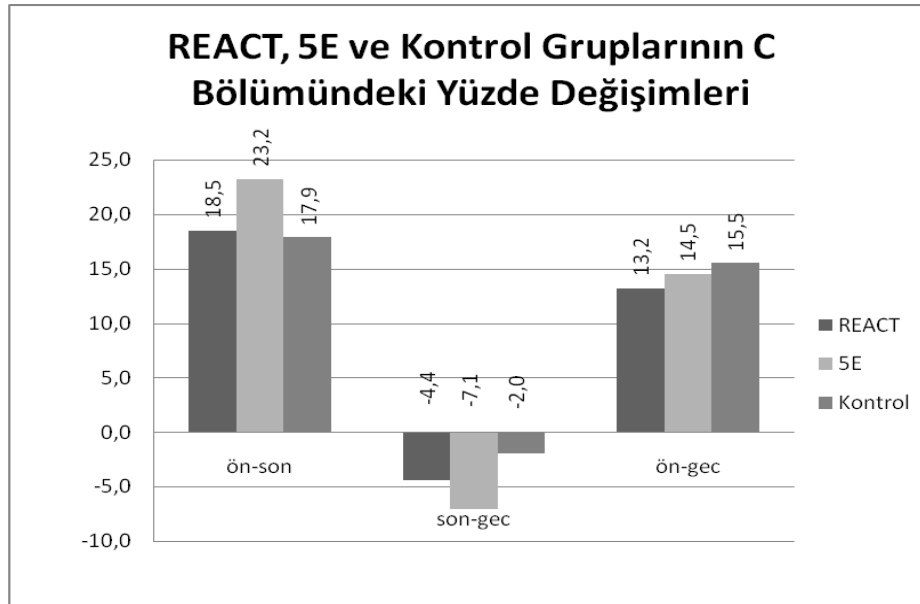
yine %6,7'si ve kontrol grubunun %3,0'ü bu kategoride cevap vermiştir. Bu kategoride ön, son ve gecikmiş testte 5E grubu öğretmen adaylarının %3,1'i cevap vermiştir. DS-AKN kategorisinde ise REACT grubu öğretmen adaylarının %6,7'si ön, son ve gecikmiş testte cevap vermişlerken, ön testte 5E grubu öğretmen adaylarının %6,3'ü ile kontrol grubu öğretmen adaylarının %12,1'i, son testte 5E grubu öğretmen adaylarının %9,4'ü ve kontrol grubunun %9,1'i cevap vermişlerken, gecikmiş testte ise 5E grubu öğretmen adaylarının %6,3'ü ile kontrol grubu öğretmen adaylarının %9,1'i cevap vermişlerdir. REACT grubunun %53,3'ü ve 5E grubunun %43,8'i ön testte YS-AKN kategorisinde cevap verirlerken, kontrol grubunun %36,4'ü, son testte ise REACT grubunun %50,0'si ve 5E grubunun %62,5'i ile kontrol grubunun %60,6'sı, gecikmiş testte REACT grubunun yine %50,0'si, 5E grubunun %68,8'i ve kontrol grubunun %39,4'ü cevap vermiştir.

Asit-baz kuvvetliliği ile ilgili olan onuncu soruda DS-AKN kategorisinde REACT grubunun %40,0'ı ön testte, 5E grubunun %34,4'ü ve kontrol grubunun ise %33,3'ü cevap vermişken, son testte REACT grubunun %26,7'si ve 5E grubunun %37,5'i ile kontrol grubunun %33,3'ü, gecikmiş testte ise REACT grubunun %36,7'si, 5E grubunun %46,9'u ve kontrol grubunun %27,3'ü aynı kategoride cevap vermişlerdir. YS-KDN kategorisinde kontrol grubunda cevap veren öğretmen adayı bulunmazken, REACT grubu öğretmen adaylarının %3,3'ü ön testte ve 5E grubu öğretmen adaylarının %3,1'i gecikmiş testte bu kategoride yer almışlardır. YS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubunun %20,0'si yer alırken, 5E grubunun %34,4'ü ve kontrol grubunun %18,2'si, son testte REACT grubunun %26,7'si ile 5E grubunun %15,6'sı ve kontrol grubunun %18,2'si, gecikmiş testte REACT grubunun %36,7'si, 5E grubunun %15,6'sı ve kontrol grubunun %36,4'ü aynı kategoride yer almaktadır.

Asit-bazların elektrik iletkenliğinin sorgulandığı on birinci soruda DS-AKN kategorisinde REACT grubunun %50,0'si ve 5E grubunun %68,8'i ön testte, kontrol grubunun ise %75,8'i cevap vermişken, son testte REACT grubunun %40,0'ı, 5E grubunun %56,3'ü ve kontrol grubunun %54,6'sı, gecikmiş testte ise REACT grubunun %43,3'ü, 5E grubunun %37,5'i ve kontrol grubunun %48,5'i aynı kategoride cevap vermişlerdir. YS-AKN kategorisinde cevap verenler ön testte REACT grubunda %6,7 ve 5E grubunda %3,1 oranında iken kontrol grubunda %3,0, son testte REACT grubunda %6,7, 5E grubunda %3,1 kontrol grubunda ise %9,1, gecikmiş testte REACT grubunda %16,7, 5E grubunda %12,5 ve kontrol grubunda %18,2'dir.

Asit-baz kuramlarının sorgulandığı on ikinci soruda DS-DN kategorisinde cevap veren öğretmen adayı kontrol grubunda bulunmazken, son testte REACT grubunun %6,7'si, gecikmiş testte REACT grubunun %3,3'ü ve 5E grubunun %3,1'i cevap vermiştir. YS-AKN kategorisinde ise ön testte REACT grubu öğretmen adaylarının %26,7'si, 5E grubu öğretmen adaylarının %18,8'i, kontrol grubunun ise %15,2'si, son testte REACT grubunun %40,0'ı, 5E grubunun %21,9'u ve kontrol grubunun ise %21,2'si, gecikmiş testte REACT grubunun %36,7'si, 5E grubunun %28,1'i ve kontrol grubunun %18,2'si bulunmaktadır. Cevap vermeyerek Boş kategorisinde değerlendirilen öğretmen adayları ise ön testte REACT grubunun %63,3'ü ve 5E grubunun %59,4'ü iken, kontrol grubunun %72,7'si, son testte REACT grubunun %30,0'u, 5E grubunun %50,0'si ve kontrol grubunun ise %51,5'i, gecikmiş testte ise REACT grubunun %40,0'ı ve 5E grubunun %53,1'i ile kontrol grubunun %72,7'sidir.

REACT, 5E ve kontrol gruplarının ABKT'nin C bölümünden almış oldukları puanlara göre hesaplanan ön ve son test arasındaki yüzde değişimleri Şekil 25'te verilmiştir.



Şekil 25. REACT, 5E ve kontrol gruplarının ABKT'nin C bölümündeki yüzde değişimleri

Şekil 25'e göre ABKT'nin C bölümü için ön ve son test arasındaki yüzde değişimlere göre, REACT grubu ön test puanlarını son testte %18,5 oranında artırırken, 5E grubu %23,2 oranında, kontrol grubu ise %17,9 oranında artırmıştır.

REACT, 5E ve kontrol grubunun ABKT'deki sorulara vermiş oldukları cevaplardan elde edilen alternatif kavramlar, bunların gruplara göre yüzdeleri ve kavramsal değişim yüzdeleri Tablo 33'de görülmektedir. Tablo 33'deki bulgular elde edilmeden önce, ABKT'de tespit edilen alternatif kavramların öğretmen adayları tarafından kullanılma frekansları hesaplanmış olup daha sonra bu frekanslar sınıf mevcuduna oranlanarak yüzdeleri hesaplanmıştır. Örneğin bir alternatif kavramın 30 kişilik REACT grubunda ön testteki frekansı 39 ise yüzde hesabı  $(39/90)*100$  şeklinde hesaplanmıştır. Bunun sebebi ise aynı alternatif kavramın testin üç bölümünde de sınanmasıdır. Böylece her grupta aynı alternatif kavramı kullanan öğretmen adaylarının yüzdeleri ön, son ve gecikmiş teste göre belirlenmiş olup, ön ve son test arasındaki yüzde ise kavramsal değişim (KD) olarak hesaplanmıştır.

Tablo 33. ABKT sonucunda öğretmen adaylarında tespit edilen alternatif kavramlar ve kavramsal değişim yüzdeleri

Alternatif Kavramlar	REACT- ön	REACT- son	KD	REACT- gec	5E-ön	5E-son	KD	5E-gec	Kontrol- ön	Kontrol- son	KD	Kontrol- gec
H içerenler asit, OH içerenler bazdır.	43,3	33,3	10,0	32,3	51,0	26,0	25,0	32,3	47,3	46,3	1,0	47,3
Asit ve baz birbirinin tersi özelliklere sahiplerdir.	20,0	9,0	11,0	14,3	18,7	13,7	5,0	18,7	17,3	9,0	8,3	14,0
Asidin veya bazın kuvvetliliği H ve OH sayısına bağlıdır.	69,0	71,0	-2,0	67,7	68,7	69,7	-1,0	60,3	71,7	82,7	-11,0	78,7
Kuvvetli asitlerin pH'ı zayıf asitlerden daha büyüktür.	47,7	41,0	6,7	31,0	38,7	39,7	-1,0	24,0	46,3	41,3	5,0	26,3
Asitler bazlardan çok daha tehlikelidir.	2,3	1,0	1,3	1,0	3,0	2,0	1,0	0,0	1,3	0,3	1,0	0,0
Asitler elektriği iletir, bazlar iletmez.	60,0	45,7	14,3	42,3	57,3	33,7	23,7	38,7	69,7	52,7	17,0	58,7
Toprakta ürün yetişebildiğine göre asidik değildir.	11,0	12,3	-1,3	14,3	7,3	12,7	-5,3	13,7	6,0	8,0	-2,0	14,0
Meyveler bazik özellik gösterirler.	5,7	2,3	3,3	3,3	2,0	0,0	2,0	7,3	6,0	1,0	5,0	4,0
pH=0'da asitlikten veya baziklikten söz edilemez .	4,3	15,7	-11,3	14,3	13,7	9,3	4,3	9,3	22,3	18,3	4,0	16,0
Asit-baz tepkimelerinin hepsi nötr ortamla sonuçlanır.	2,3	1,0	1,3	0,0	4,3	1,0	3,3	3,0	5,0	3,0	2,0	3,0

Tablo 33'ün devamı

Derişik asitler seyreltik asitlerden her zaman daha kuvvetlidir.	29,0	43,3	-14,3	30,0	35,3	39,7	-4,3	50,0	32,3	34,3	-2,0	34,3
Bütün tuzlar hidroliz olur.	20,0	13,3	6,7	12,3	17,0	6,3	10,7	9,3	15,0	18,3	-3,3	17,3
pH ve pOH kavramları arasında bir ilişki yoktur.	3,3	2,3	1,0	1,0	3,0	5,3	-2,3	5,3	7,0	7,0	0,0	7,0
Bütün asitler yakıcı maddelerdir.	61,0	60,0	1,0	51,0	44,7	56,3	-11,7	52,0	45,3	48,3	-3,0	63,7
pOH asitlik ölçüsü olamaz.	5,7	3,3	2,3	6,7	3,0	2,0	1,0	3,0	7,0	11,0	-4,0	21,3
Asitlik kuvveti asidin oluşturduğu H bağlarına bağlıdır.	6,7	2,3	4,3	1,0	6,3	2,0	4,3	2,0	7,0	5,0	2,0	4,0
H <sub>2</sub> O çözücü olarak kullanıldığına göre asit veya baz gibi davranamaz.	5,7	5,7	0,0	11,0	9,3	13,7	-4,3	12,7	8,0	21,3	-13,3	17,3
Kuvvetli asitler kuvvetli bağlara sahip oldukları için ayrışmazlar.	27,7	27,7	0,0	34,3	36,3	26,0	10,3	30,3	35,3	32,3	3,0	40,3
Bütün asitler ve bazlar aynı şekilde elektriği iletir.	1,0	3,3	-2,3	6,7	4,3	2,0	2,3	6,3	1,0	4,0	-3,0	7,0
Bronsted-Lowry sadece asit-baz çiftleri ile ilgilenmişlerdir.	6,7	13,3	-6,7	11,0	9,3	12,7	-3,3	11,3	7,0	7,0	0,0	9,0

Tablo 33'ün devamı

Lewis asit-baz kuramında e <sup>-</sup> veren maddeler asit, alanlar ise bazdır.	5,7	6,7	-1,0	5,7	5,3	8,3	-3,0	5,3	3,0	6,0	-3,0	0,0
Hiçbir asit birden fazla proton veremez.	3,3	1,0	2,3	2,3	2,0	4,3	-2,3	1,0	2,0	4,0	-2,0	3,0
pH=0 olduğunda ortamda H <sup>+</sup> iyonları bulunmadığından çözelti baziktir.	11,0	11,0	0,0	10,0	11,3	10,3	1,0	6,3	5,0	12,0	-7,0	4,0
pH=0 olduğunda ortamda H <sup>+</sup> iyonları ve OH <sup>-</sup> iyonları eşit sayıdadır.	15,7	9,0	6,7	10,0	16,7	13,7	3,0	9,3	10,0	8,0	2,0	16,0
Meyveler nötr olduğu için yiyebiliyoruz.	4,3	1,0	3,3	1,0	4,3	2,0	2,3	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0
H ve OH iyonlarını birlikte bulunduran moleküller nötrdür.	20,0	12,3	7,7	13,3	10,3	17,7	-7,3	23,0	12,0	8,0	4,0	4,0
Bütün asitlerin molekül yapıları aynıdır.	6,7	14,3	-7,7	11,0	9,3	12,7	-3,3	11,3	10,0	3,0	7,0	8,0
Suyun pH'ı 1'dir ve su nötrdür.	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tuzlar ancak nötr olabilir.	3,3	3,3	0,0	1,0	4,3	4,3	0,0	3,0	7,0	2,0	5,0	2,0
Her asit-baz tepkimesinin sonucunda tuz oluşmaz.	4,3	12,3	-8,0	7,7	4,3	11,3	-7,0	11,3	5,0	14,0	-9,0	13,0

Tablo 33'ün devamı

Asit-baz tepkimelerinde tuz oluşması için tepkimeye girenlerin biri kuvvetli, diğeri zayıf olmalıdır.	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	-1,0	2,0	0,0	1,0	-1,0	1,0
Asit ve baz tepkimeye girdiğinde sadece tuz oluşur.	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0
Sadece nötr tuzlar hidroliz olur.	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	-1,0	1,0	0,0	1,0	-1,0	0,0
Nötr ortamlar elektriği iletmez.	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	-1,0	0,0	0,0	1,0	-1,0	0,0
Tuz elektriği iletmez.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0
Madde yoğunluğundan dolayı elektrik iletkenliği kaybolur.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Kuvvetli asit ve kuvvetli baz tepkimeye girmez.	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kuvvetli asitlerle sadece kuvvetli bazlar tepkimeye girebilir.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0
Lewis'e göre H <sup>+</sup> ve OH <sup>-</sup> iyonları asit-baz kuramını belirler.	3,3	6,7	-3,3	4,3	9,3	7,3	2,0	10,3	3,0	8,0	-5,0	9,0
Asit ve bazlar elektriği iletmez.	4,3	3,3	1,0	4,3	8,3	6,3	2,0	4,3	6,0	1,0	5,0	0,0

Tablo 33'e göre öğretmen adaylarının göstermiş oldukları alternatif kavramlardan "H içerenler asit, OH içerenler bazdır" ifadesini kullananlar REACT grubunda ön testte %43,3 iken 5E grubunda %51,0 ve kontrol grubunda %47,3'tür. Aynı ifadeyi son testte kullananlar ise REACT grubunda %33,3, 5E grubunda %26,0 ve kontrol grubunda %46,3'tür. Bu alternatif kavram için KD REACT grubunda %10,0, 5E grubunda %25,0 ve kontrol grubunda ise %1,0 olarak hesaplanmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubundaki öğretmen adaylarının aynı alternatif kavramı kullanma oranı %32,3'e gerilemiş, 5E grubunda %32,3'e, kontrol grubunda ise %47,3'e yükselmiştir.

"Asit ve baz birbirinin tersi özelliklere sahiplerdir" alternatif kavramını gösterenlerin oranı ön testte REACT grubunda %20,0, 5E grubunda %18,7 ve kontrol grubunda %17,3'tür. Son testte ise bu oran REACT grubunda %9,0'a, 5E grubunda %13,7'ye ve kontrol grubunda %9,0'a gerilemiştir. Bu alternatif kavram için KD REACT grubunda %11,0, 5E grubunda %5,0 ve kontrol grubunda ise %8,3 olarak hesaplanmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubundaki öğretmen adaylarının aynı alternatif kavramı kullanma oranı %14,3'e, 5E grubunda %18,7'ye, kontrol grubunda ise %14,0'e yükselmiştir.

"Asidin veya bazın kuvvetliliği H ve OH sayısına bağlıdır" alternatif kavramına sahip olan öğretmen adaylarının ön testteki oranı REACT grubunda %69,0, 5E grubunda %68,7 ve kontrol grubunda %71,7'dir. Son testte ise bu oran REACT grubunda %71,0'a, 5E grubunda %69,7'ye ve kontrol grubunda ise %82,7'ye yükselmiştir. Bu alternatif kavram için KD hiçbir grupta sağlanamamıştır. Gecikmiş testte ise aynı alternatif kavramı kullanma oranı REACT grubunda %67,7'ye, 5E grubunda %60,3'e ve kontrol grubunda ise %78,7'ye gerilemiştir.

"Kuvvetli asitlerin pH'ı zayıf asitlerden büyüktür" alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %47,7 iken, 5E grubunda %38,7 ve kontrol grubunda %46,3'tür. Son testte ise bu oran REACT grubunda %41,0'a inerken, 5E grubunda %39,7'ye yükselmiş, kontrol grubunda ise %41,3'e gerilemiştir. Bu alternatif kavram için KD REACT grubunda %6,7 ve kontrol grubunda ise %5,0 iken 5E grubunda KD sağlanamamıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda aynı alternatif kavramı kullanma oranı %31,0, 5E grubunda %24,0 ve kontrol grubunda ise %26,3 olarak belirlenmiştir.

"Asitler elektriği iletir, bazlar iletmez" alternatif kavramını gösteren öğretmen adayları ön testte REACT grubunda %60,0 oranında olup, 5E grubunda bu oran %57,3, kontrol grubunda ise %69,7'dir. Son testte ise REACT grubunda %45,7'ye, 5E grubunda



%33,7'ye ve kontrol grubunda %52,7'ye gerilemiş ve KD REACT grubu için %14,3, 5E grubu için %23,7 ve kontrol grubu için %17,0 olarak hesaplanmıştır. Gecikmiş testte ise aynı alternatif kavramı gösterenlerin oranı REACT grubunda %42,3, 5E grubunda %38,7 ve kontrol grubunda %58,7 olarak hesaplanmıştır.

“Toprakta ürün yetişebildiğine göre asidik değildir” alternatif kavramına sahip öğretmen adayları ön testte REACT grubunda %11,0, 5E grubunda %7,3 ve kontrol grubunda %6,0 oranındadır. Son testte ise bu oran REACT grubunda %12,3'e yükselirken, 5E grubunda %12,7'ye ve kontrol grubunda %8,0'a yükselmiştir. Dolayısıyla bu alternatif kavram için KD gerçekleşmemiştir. Gecikmiş testte ise REACT grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %14,3, 5E grubunda %13,7 ve kontrol grubunda ise %14,0'dır.

“Meyveler bazik özellik gösterirler” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %5,7 iken, 5E grubunda %2,0 ve kontrol grubunda ise %6,0'dır. Son testte ise REACT grubunda bu oran %2,3'e, 5E grubunda %0'a ve kontrol grubunda ise %1,0'e gerilemiştir. Bu alternatif kavram için KD REACT grubunda %3,3, 5E grubunda %2,0 olup, kontrol grubunda ise %5,0 oranında sağlanmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %3,3, 5E grubunda %7,3 ve kontrol grubunda ise %4,0'dır.

“pH=0'da asitlikten veya baziklikten söz edilemez” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %4,3 iken, 5E grubunda %13,7 ve kontrol grubunda ise %22,3'tür. Son testte ise REACT grubunda bu oran %15,7'ye yükselirken, 5E grubunda %9,3'e ve kontrol grubunda ise %18,3'e gerilemiştir. Bu alternatif kavram için KD REACT grubunda gerçekleşmezken, 5E grubunda %4,3 olup, kontrol grubunda ise %4,0 oranında sağlanmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %14,3, 5E grubunda %9,3 ve kontrol grubunda ise %16,0'dır.

“Derişik asitler seyreltik asitlerden her zaman daha kuvvetlidir” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %29,0 iken, 5E grubunda %35,3 ve kontrol grubunda ise %32,3'tür. Son testte ise REACT grubunda bu oran %43,3'e, 5E grubunda %39,7'ye ve kontrol grubunda ise %34,3'e yükselmiştir. Dolayısıyla bu alternatif kavram için KD gerçekleşmemiştir. Gecikmiş testte ise REACT grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %30,0, 5E grubunda %50,0 ve kontrol grubunda ise %34,3'tür.

“Bütün tuzlar hidroliz olur” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %20,0, 5E grubunda %17,0 ve kontrol grubunda ise %15,0’dır. Son testte ise REACT grubunda %13,3, 5E grubunda %6,3 ve kontrol grubunda %18,3 olarak hesaplanmış olup, KD REACT grubu için %6,7, 5E grubu içinse %10,7 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubu için KD söz konusu olmamakla birlikte gecikmiş testte aynı alternatif kavramı kullananların oranı REACT grubunda %12,3, 5E grubunda %9,3 ve kontrol grubunda ise %17,3 olarak hesaplanmıştır.

“pH ve pOH kavramları arasında bir ilişki yoktur” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %3,3, 5E grubunda %3,0 ve kontrol grubunda ise %7,0’dır. Son testte ise REACT grubunda %2,3, 5E grubunda %5,3 ve kontrol grubunda %7,0 olarak hesaplanmış olup, KD REACT grubu için %1,0 olarak hesaplanmıştır. 5E ve kontrol grubu için KD söz konusu olmamakla birlikte gecikmiş testte aynı alternatif kavramı kullananların oranı REACT grubunda %1,0, 5E grubunda %5,3 ve kontrol grubunda ise %7,0 olarak hesaplanmıştır.

“Bütün asitler yakıcı maddelerdir” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %61,0 iken, 5E grubunda %44,7 ve kontrol grubunda ise %45,3’tür. Son testte bu oran REACT grubunda %60,0’a gerilerken, 5E grubunda %56,3’e, kontrol grubunda ise %48,3’e yükselmiştir. KD REACT grubunda %1,0 olarak hesaplanmıştır. Gecikmiş testte ise aynı alternatif kavramı gösterenlerin oranı REACT grubunda %51,0, 5E grubunda %52,0 ve kontrol grubunda %63,7’dir.

“Kuvvetli asitler kuvvetli bağlara sahip oldukları için ayrışmazlar” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %27,7 iken, 5E grubunda %36,3 ve kontrol grubunda ise %35,3’tür. Son testte bu oran REACT grubunda aynı kalırken, 5E grubunda %26,0’ya, kontrol grubunda ise %32,3’e gerilemiştir. KD REACT grubunda gerçekleşmezken, 5E grubu için %10,3, kontrol grubu içinse %3,0 olarak hesaplanmıştır. Gecikmiş testte ise aynı alternatif kavramı gösterenlerin oranı REACT grubunda %34,3, 5E grubunda %30,3 ve kontrol grubunda %40,3’tür.

“Bronsted-Lowry sadece asit-baz çiftleri ile ilgilenmişlerdir” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %6,7 iken, 5E grubunda %9,3 ve kontrol grubunda ise %7,0’dır. Son testte ise REACT grubunda bu oran %13,3’e ve 5E grubunda %12,7’ye yükselirken, kontrol grubunda ise değişmemiştir. Bu alternatif kavram için KD hiçbir grupta gerçekleşmezken, gecikmiş testte ise REACT grubunda bu

alternatif kavramı gösterenlerin oranı %11,0, 5E grubunda %11,3 ve kontrol grubunda ise %9,0'dur.

“Lewis asit-baz kuramında  $e^-$  veren maddeler asit, alanlar ise bazdır.” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %5,7 iken, 5E grubunda %5,3 ve kontrol grubunda ise %3,0'tür. Son testte ise REACT grubunda bu oran %6,7'ye yükselirken, 5E grubunda %8,3'e ve kontrol grubunda ise %6,0'ya yükselmiştir. Bu alternatif kavram için KD hiçbir grupta gerçekleşmezken, gecikmiş testte ise REACT grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %5,7, 5E grubunda %5,3 ve kontrol grubunda ise %0'dır.

“pH=0 olduğunda ortamda  $H^+$  iyonları bulunmadığından çözelti baziktir.” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %11,0 iken, 5E grubunda %11,3 ve kontrol grubunda ise %5,0'tir. Son testte ise REACT grubunda bu oran sabit kalırken, 5E grubunda %10,3'e gerilemiş ve kontrol grubunda ise %12,0'ye yükselmiştir. Bu alternatif kavram için KD REACT ve kontrol grubunda gerçekleşmezken, 5E grubunda %1,0 oranında sağlanmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %10,0, 5E grubunda %6,3 ve kontrol grubunda ise %4,0'tür.

“pH=0 olduğunda ortamda  $H^+$  iyonları ve  $OH^-$  iyonları eşit sayıdadır.” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %15,7 iken, 5E grubunda %16,7 ve kontrol grubunda ise %10,0'dur. Son testte ise REACT grubunda bu oran %9,0'a, 5E grubunda %13,7'ye ve kontrol grubunda ise %8,0'e gerilemiştir. Bu alternatif kavram için KD REACT grubunda %6,7, 5E grubunda %3,0 olup, kontrol grubunda ise %2,0 oranında sağlanmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %10,0, 5E grubunda %9,3 ve kontrol grubunda ise %16,0'dır.

“H ve OH iyonlarını birlikte bulunduran moleküller nötrdür.” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %20,0 iken, 5E grubunda %10,3 ve kontrol grubunda ise %12,0'dir. Son testte ise REACT grubunda bu oran %12,3'e ve kontrol grubunda ise %8,0'e gerilerken, 5E grubunda %17,7'ye yükselmiştir. Bu alternatif kavram için KD 5E grubunda gerçekleşmezken, REACT grubunda %7,7 olup, kontrol grubunda ise %4,0 oranında sağlanmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %13,3, 5E grubunda %23,0 ve kontrol grubunda ise %4,0'tür.

“Bütün asitlerin molekül yapıları aynıdır.” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %6,7 iken, 5E grubunda %9,3 ve kontrol grubunda ise %10,0'dur. Son testte ise REACT grubunda bu oran %14,3'e ve 5E grubunda %12,7'ye yükselirken, kontrol grubunda ise %3,0'e gerilemiştir. Bu alternatif kavram için KD REACT ve 5E grubunda gerçekleşmezken, kontrol grubunda ise %7,0 oranında sağlanmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %11,0, 5E grubunda %11,3 ve kontrol grubunda ise %8,0'dur.

“Lewis'e göre  $H^+$  ve  $OH^-$  iyonları asit-baz kuramını belirler.” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %3,3 iken, 5E grubunda %9,3 ve kontrol grubunda ise %3,0'tür. Son testte ise REACT grubunda bu oran %6,7'ye ve kontrol grubunda ise %8,0'e yükselirken, 5E grubunda %7,3'e gerilemiştir. Bu alternatif kavram için KD REACT ve kontrol grubunda gerçekleşmezken, 5E grubunda %2,0 oranında sağlanmıştır. Gecikmiş testte ise REACT grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %4,3, 5E grubunda %10,3 ve kontrol grubunda ise %9,0'dur.

“Asit ve bazlar elektriği iletmez.” alternatif kavramını gösteren öğretmen adaylarının oranı ön testte REACT grubunda %4,3 iken, 5E grubunda %8,3 ve kontrol grubunda ise %6,0'dır. Son testte ise REACT grubunda bu oran %3,3'e, 5E grubunda %6,3'e ve kontrol grubunda ise %1,0'e gerilemiştir. Bu alternatif kavram için KD REACT grubunda %1,0, 5E grubunda %2,0 olup, kontrol grubunda ise %5,0 oranında sağlanmıştır. Gecikmiş testte ise REACT ve 5E grubunda bu alternatif kavramı gösterenlerin oranı %4,3, kontrol grubunda ise %0'dır.

### 3.1.2. Klinik Mülakattan Elde Edilen Bulgular

Mülakat yapabilmek için deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön ve son test puanlarındaki değişim oranları incelenmiştir. Buna göre, Tablo 9 (s.50)'den görüldüğü gibi, üst, orta ve alt düzeyde kavramsal anlama gerçekleştiren ikişer öğretmen adayı belirlenmiştir. Böylece REACT, 5E ve kontrol gruplarından toplam 18 öğretmen adayı ile mülakat yürütülmüştür. Üst düzey kavramsal anlama gerçekleştiren öğretmen adaylarının kodları REACT grubunda R11 ve R13, 5E grubunda B19 ve B25, kontrol grubunda ise K12 ve K32'dir. Orta düzey kavramsal anlama gerçekleştiren öğretmen adaylarının kodları REACT grubunda R5 ve R18, 5E grubunda B8 ve B16, kontrol

grubunda ise K6 ve K11'dir. Alt düzey kavramsal anlama gerçekleştiren öğretmen adaylarının kodları REACT grubunda R7 ve R14, 5E grubunda B1 ve B5, kontrol grubunda ise K2 ve K20'dir. Mülakatta öğrencilere toplam 14 soru yöneltilmiştir. Mülakattan elde edilen bulgular aşağıda tablolaştırılmıştır.

Mülakatın ilk sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 34'te gösterilmiştir.

Tablo 34. Mülakatın birinci sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
Asit nedir? Baz nedir? Bir maddenin asit veya baz olduğunu nasıl anlarsınız?	TA	ÜD	R11, R13	2	B25	1	K12	1	Asit suda çözüldüğünde ortama H <sup>+</sup> iyonu veren maddedir. Baz suda çözüldüğünde ortama OH <sup>-</sup> iyonu veren maddedir. Turnusol kağıdı maviden kırmızıya dönüşüyorsa asit, kırmızıdan maviye dönüşüyorsa baz olur. (R5)
		OD	R5, R18	2	B8, B16	2	-	-	
		AD	R7	1	B1	1	-	-	
	KA	OD	-	-	-	-	K6	1	Asitler yakıcıdır, ondan sonra iletkenlik özellikleri vardır. Baz, ele kayganlık hissi verirler, deterjan gibi maddelerde kullanılır, onun da iletkenlik özelliği vardır. Çubuklar pembe olunca asit olur. (K20)
		AD	-	-	-	-	K20	1	
	AKA	ÜD	-	-	B19	1	K32	1	Hidrojen elektronu alabilen iyonlar asit, elektron iyonu verebilen maddeler de bazdır. Turnusol kağıdı kırmızıysa asit, maviyse bazdır. (R14)
		OD	-	-	-	-	K11	1	
		AD	R14	1	B5	1	K2	1	

Tablo 34'e göre, "suda çözüldüğünde hidrojen iyonu verebilen maddelere asit denir, suda iyonlaştığında suya OH<sup>-</sup> iyonu verebilen maddelere baz denir. Bir maddenin asit veya baz olduğunu turnusol kağıdıyla veya pH kağıdıyla anlarm" şeklinde cevap veren öğretmen adaylarının cevapları TA olarak kabul edilmiştir. Böylece TA kategorisine cevapları yerleştirilen öğretmen adayları REACT grubunda beş, 5E grubunda dört ve kontrol grubunda ise bir öğretmen adaydır. Yanıtları KA kategorisine dahil edilen öğretmen adaylarının sayısı 5E grubunda birken, kontrol grubunda ise üçtür. REACT grubundan cevabı bu kategoriye yerleştirilen bir öğretmen adayı olmamıştır. AKA kategorisine cevapları dahil edilen REACT grubunda bir, 5E grubunda iki ve kontrol grubunda üç öğretmen adaydır.

ÜD'lerden dördü (R11, R13, B25 ve K12) TA düzeyine yerleştirilirken, diğer ikisi AKA seviyesine dahil edilmişlerdir. OD'lerden dördü (R5, R18, B8 ve B16) TA düzeyinde, biri (K6) KA düzeyinde, diğeri ise (K11) AKA düzeyinde gruplandırılmıştır. AD'lerden ikisi (R7 ve B1) TA düzeyine yerleştirilirken, biri (K20) KA düzeyinde ve üçü (R14, B5 ve K2) AKA kategorisine dahil edilmişlerdir.

Mülakatın ikinci sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 35'te gösterilmiştir.

Tablo 35. Mülakatın ikinci sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
Asit-baz kuramlarından Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis kuramları hakkında neler söyleyebilirsiniz?	KA	OD	-	-	B16	1	-	-	Lewis kuramında elektron alabilen asit verebilirse baz olarak tanımlıyoruz. (R14)
		AD	R14	1	-	-	-	-	Arrhenius suya H <sup>+</sup> iyonunu verenler asit OH <sup>-</sup> iyonunu verenler baz. Bronsted-Lowry'de konjuge asit baz çiftlerini buluyorduk. (B16)
	AKA	ÜD	R11, R13	2	B25	1	-	-	Arrhenius'da H <sup>+</sup> alan asit, hidroksit veren de yani hidroksit bulunduran da bazdır. Bronsted-Lowry'de elektron veren baz, alan asit. Lewis'te asit bir baz bir diyorduk. Yani asit bazlara karşılıklı ayırıyorduk. Sonra Lewis tuzu oluşuyordu. (R13)
		OD	R5, R18	2	B8	1	K6, K11	2	Bronsted-Lowry'ye göre H <sup>+</sup> iyonu alanlara asit OH <sup>-</sup> iyonu alanlar bazdır. (B25)
		AD	-	-	B1, B5	2	K20	1	Lewis nokta formülünü biliyorum. (B1)

Tablo 34'e göre, öğrencilerden beklenen TA cevabı "Arrhenius'a göre H<sup>+</sup> iyonu verebilen maddeler asit, OH<sup>-</sup> iyonu verebilen maddeler ise bazdır. Ancak bu kuram NH<sub>3</sub>'ün baz olma durumunu açıklayamamıştır. Bronsted-Lowry'ye göre ise proton veren maddeler asit, alanlar ise bazdır. Bu kuram NH<sub>3</sub>'ün baz olmasını açıklayabildiği gibi ortamın sulu veya susuz olmasına gerek olmadığını, iyonların da asit veya baz gibi davranabileceklerini göstermiştir. Lewis'e göre ise elektron alabilen maddeler asit, verebilenler ise bazdır. Bu kuram ise asitliğin ve bazlığın elektronlarla da açıklanabileceğini Bronsted-Lowry kuramında olduğu gibi asit-baz çiftlerine ihtiyaç olmadığını göstermiştir." Böylece TA kategorisine cevabı yerleştirilen öğretmen adayı olmamıştır. KA kategorisine dahil edilen

öğretmen adayları REACT ve 5E grubunda birer kişidir. AKA kategorisine yerleştirilen öğretmen adayları REACT ve 5E grubunda dört, kontrol grubunda ise üç kişidir.

ÜD'lerden üçü (R11, R13 ve B25) AKA düzeyine yerleştirilirken, OD'lerden biri (B16) KA kategorisine, beşi ise (R5, R18, B8, K6 ve K11) AKA düzeyine yerleştirilmiştir. OD'lerden biri ise (K6) KA düzeyine yerleştirilirken, AD'lerden biri (R14) KA düzeyine yerleştirilirken, üçü (B1, B5 ve K20) AKA kategorisine dahil edilmişlerdir.

Mülakatın üçüncü sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 36'da gösterilmiştir.

Tablo 36. Mülakatın üçüncü sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
Asitliği ve bazlığı nasıl ölçersiniz? Bu ölçme ne işe yarar?	KA	ÜD	R11	1	B25	1	-	-	Turnusol kağıdının renklerine göre ayırt ediyorduk. (R11) pH 7 olunca nötr oluyor 7den aşağısı asit 7den yukarısı baz. (K6)
		OD	-	-	-	-	K6, K11	1	
		AD	R14	1	-	-	K2	1	
	AKA	ÜD	-	-	-	-	K12, K32	2	Yapısındaki H <sup>+</sup> ve OH <sup>-</sup> iyonuna bakarak ölçerim. Hangisinde daha fazla H <sup>+</sup> iyonu varsa asitliği o kadar fazladır diyebilirim bazda hangisinde OH <sup>-</sup> fazlaysa bazı o kadar fazladır. (K12) Tepkimeye soktuğunda OH <sup>-</sup> iyonu pOH'ı verir, H <sup>+</sup> iyonu da pH'ı verir değerini verir. Asitlik kuvvetini öğrenebiliriz, pH değerini öğrenebiliriz. (K32) pH kağıdını batırıp, derecesine karar veririz. Mesela kuvvetli asitler daha tehlikelidir. Onlara elle temas etmememiz gerektiğini anlayabiliriz ya da çok ortalıkta bırakmayız tehlikeli olduğu için. (B8)
		OD	R5, R18	2	B8	1	-	-	
		AD	R7	1	B1, B5	2	K20	1	

Tablo 36'ya göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı "asitliği bazlığı pH kağıdıyla ölçerim, asit-bazların hangilerinin daha tehlikeli olduğunu tespit etmek onlara karşı yaklaşımımız açısından faydalı olur" ifadesidir. TA kategorisinde sınıflandırılan öğretmen adayı ifadesi bulunmazken, KA kategorisine yerleştirilen REACT grubundan iki,

5E grubundan bir ve kontrol grubundan iki öğretmen adayı ifadesi bulunmaktadır. REACT ve 5E grubundan üç, kontrol grubundan ise bir öğretmen adayının cevabı AKA kategorisine dahil edilmiştir.

ÜD'lerden ikisi (R11 ve B25) KA düzeyine dahil edilirken diğer ikisi (K12 ve K32) AKA düzeyinde sınıflandırılmıştır. OD'lerden ikisi (K6 ve K11) KA, üçü (R5, R18 ve B8) ise AKA düzeyinde gruplandırılmıştır. AD'lerden ikisi (R14 ve K2) KA, dördü (R7, B1, B5 ve K20) ise AKA düzeyinde gruplandırılmıştır.

Mülakatın dördüncü sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 37'de gösterilmiştir.

Tablo 37. Mülakatın dördüncü sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
pH değeri artınca asitlik ne olur? Neden?	TA	ÜD	R13	1	-	-	-	-	Asitliği azalır, pH artınca çözünmüş haldeki H <sup>+</sup> sayısı azalıyor. O da asitliği azaltır. (R13)
		OD	-	-	B8	1	-	-	
	KA	ÜD	R11	1	B19, B25	2	-	-	Asitliği azalır, çünkü nötre yaklaştığı için bazlığı artar daha çok. (R7)
		OD	R5, R18	2	-	-	K6, K11	2	
		AD	R7, R14	2	-	-	K2	1	
	AKA	ÜD	-	-	-	-	K12, K32	2	pH'la beraber asitlik artar. Doğru orantılıdır. (K32)
		OD	-	-	B16	1	-	-	
		AD	-	-	B1, B5	2	K20	1	

Tablo 37'ye göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı “pH artınca asitlik azalır, çünkü pH değeri arttıkça suda iyonlaşan hidrojen iyonları sayısının azalmaktadır” ifadesidir. Böylece TA kategorisinde sınıflandırılan öğretmen ifadelerinin biri REACT diğeri 5E grubundan gelmiştir. KA düzeyine dahil edilen öğretmen adaylarının sayısı REACT grubunda beş iken, 5E grubunda iki, kontrol grubunda ise üçtür. 5E ve kontrol grubundan üçer öğretmen adayının ifadeleri de AKA kategorisine dahil edilmiştir.



Dördüncü soru için cevap veren ÜD'lerden biri (R13) TA düzeyinde cevap verirken, OD'lerden de bir öğretmen adayı TA düzeyine dahil edilmiştir. OD'lerden dört öğretmen adayı da (R5, R18, K6 ve K11) KA, bir öğretmen adayı da (B16) AKA düzeyinde sınıflandırılmıştır. AD'lerden TA düzeyine dahil edilen öğretmen adayı ifadesi bulunmazken, üçü (R7, R14 ve K2) KA düzeyinde, diğer üçü de (B1, B5 ve K20) AKA düzeyinde sınıflandırılmıştır.

Mülakatın beşinci sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 38'de gösterilmiştir.

Tablo 38. Mülakatın beşinci sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
pOH değeri artınca bazlık ne olur? Neden?	KA	ÜD	-	-	-	-	K32	1	Bazlık azalır, ters orantılıdır. (K32)
		AD	R7	1	-	-	-	-	Bazlık azalır, pH artarsa pH değeri artacak ve de asitliği biraz daha fazla olur. (R7)
	AKA	ÜD	R11, R13	2	B19, B25	2	K12	1	Bazlık artar, OH <sup>-</sup> iyonlarını verdiği için. (B16)
		OD	R5, R18	2	B16	1	K6, K11	2	Bazlık artar, OH <sup>-</sup> 'in fazla olduğuna bakarak baz olduğunu anlayabiliriz ya da H fazlaysa da asit olduğunu anlarız. (K6)
		AD	R14	1	B1, B5	2	K2, K20	2	Bazlık artar. (R11)

Tablo 38'e göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı "pOH değeri arttıkça bazlık özellik azalır. Çünkü pOH değeri arttıkça suda iyonlaşan hidroksit iyonları sayısı azalmaktadır" ifadesidir. TA düzeyinde sınıflandırılan öğretmen adayı cevabı bulunmazken, ifadesi KA düzeyinde sınıflandırılan öğretmen adaylarının biri REACT değeri kontrol grubundandır. Cevabı AKA düzeyine dahil edilen REACT, 5E ve kontrol grubundan beşer öğretmen adayı bulunmaktadır.

Mülakatın beşinci sorusuna cevap veren ÜD'lerden biri (K32) KA, beşi (R11, R13, B19, B25 ve K12) ise AKA düzeyine dahil edilen cevaplar vermişlerdir. OD'lerden de beş öğretmen adayının (R5, R18, B16, K6 ve K11) ifadeleri AKA düzeyine dahil edilmiştir. AD'lerden bir öğretmen adayının (R7) cevabı KA, beş öğretmen adayının (R14, B1, B5, K2 ve K20) ifadesi ise AKA kategorisine dahil edilmiştir.

Mülakatın altıncı sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 39’da gösterilmiştir.

Tablo 39. Mülakatın altıncı sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
pH ile pOH arasında nasıl bir ilişki vardır?	KA	ÜD	R11, R13	2	B19, B25	2	K12, K32	2	pH’ı bilirse pOH’ı da bilirim, yani $pH+pOH=14$ . (B19)
		OD	R5, R18	2	B8, B16	2	K6, K11	2	$pH+pOH=14$ (R13)
		AD	R7, R14	2	B1, B5	2	K2, K20	2	İlişki var . Çünkü asitlik arttıkça bazlık azalır. (R14) pH asitliği ifade eder. pOH baz olduğunu ifade eder. Yani eşit miktarda birleşirse nötr olur. (K6)

Tablo 39’a göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı “ $pH+pOH=14$  ve hidrojen ve hidroksit iyonları çarpımının  $K_{su}$  değerine eşit olduğunun gösterilerek pH arttıkça pOH azalmaktadır” ifade edilmesidir. Böylece TA ve AKA düzeyine dahil edilen öğretmen adayı ifadesi bulunmazken bütün gruptaki öğretmen adayları KA düzeyine dahil edilen ifadeler kullanmışlardır.

Mülakatın altıncı sorusuna cevap veren ÜD, OD ve AD’lerin tamamı KA düzeyinde sınıflandırılmışlardır.

Mülakatın yedinci sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 40’da gösterilmiştir.

Tablo 40. Mülakatın yedinci sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
$H_3PO_4$ ve $HI$ ’yi asitlik kuvveti	KA	ÜD	R13	1	-	-	-	-	HI daha kuvvetlidir. (B1)
		OD	R5	1	B8	1	-	-	HI daha kuvvetlidir yani 7A grubunda olduğu için. (R13)
		AD	-	-	B1	1	-	-	HI’dır. Çünkü tamamen iyonlaşıyor.H ve I. (R5)

Tablo 40'ın devamı

açısından karşılaştırınız.	AKA	ÜD	R11	1	B19, B25	2	K12, K32	2	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> çünkü daha fazla içinde H <sup>+</sup> iyonu vardır ve daha fazla bağ yaparlar. Bu yüzden aralarındaki bağlar fazla olduğu için daha kuvvetli bir asittir. (R18)  Hidrojen iyonu fazla olan. H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> . (B16)  H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> çünkü H <sup>+</sup> hani suya ne kadar fazla H <sup>+</sup> iyonu verebiliyorsa o daha kuvvetlidir o yüzden H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> . (B25)
		OD	R18	1	B16	1	K6, K11	2	
		AD	R7, R14	2	B5	1	K2, K20	2	

Tablo 40'a göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı "HI daha fazla iyonlaştığı için daha kuvvetlidir. Bunu sebebi ise iyodun atom çapının büyük olmasıdır" ifadesi iken öğretmen adaylarının bu düzeyde gruplandırılan ifadeleri bulunmamaktadır. REACT ve 5E grubundan ikişer öğretmen adayının ifadesi ise KA düzeyine, REACT ve 5E grubundan dörder öğretmen adayının ifadesi ile kontrol grubundan altı öğretmen adayının ifadesi AKA düzeyine dahil edilmiştir.

Mülakatın yedinci sorusuna cevap veren ÜD'lerden biri (R13) KA düzeyine, diğer beşi (R11, B19, B25, K12 ve K32) ise AKA düzeyine dahil edilmiştir. OD'lerden ikisi (R5 ve B8) KA, dördü (R18, B16, K6 ve K11) ise AKA düzeyinde sınıflandırılmıştır. AD'lerden birinin (B1) ifadesi KA, beşinin ifadesi ise AKA düzeyine dahil edilmiştir.

Mülakatın sekizinci sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 41'de gösterilmiştir.

Tablo 41. Mülakatın sekizinci sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
1M HCl ve 3M HCl'in kuvvetliliğini nasıl karşılaştırırız?	KA	ÜD	-	-	B25	1	-	-	İkisi de aynı kuvvettedir. Çünkü ikisi de aynı maddedir. (R7)
		AD	R7	1	-	-	-	-	İkisi de aynı kuvvettedir. Çünkü ikisi de aynı maddedir, eşit iyonlaşma olur. Asit-baz kuvvetliliği iyonlaşma yüzdelerine, elektrik iletkenliğine bağlıdır. (B25)

Tablo 41'in devamı

Asit veya bazların kuvvetliliği nelere bağlıdır?	AKA	ÜD	R11	1	B19	1	K12, K32	2	3 molar olan daha fazladır. (B19)
		OD	R5, R18	2	-	-	K6	1	3 molar olan daha fazladır. Asit ve bazların kuvvetliliği grubuna bağlıdır. Yani 1A grubundakiler daha kuvvetli olur. (K6)
		AD	R14	1	B1	1	-	-	3 molar olan daha fazladır, asit baz kuvvetliliği derişime bağlıdır. (R14)

Tablo 41'e göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı "ikisi de aynı madde olduğu için kuvvetlilikleri aynıdır, kuvvetlilik derişimle ilgili değildir. Kuvvetlilik, iyonlaşmaya, elektrik iletkenliğine, moleköl yapılarına ve bağ ayrışma enerjilerine bağlıdır" ifadesidir. Böylece TA düzeyine dahil edilen öğretmen adayı ifadesi bulunmazken, KA düzeyine REACT ve 5E grubundan birer öğretmen adayının ifadesi dahil edilmiştir. REACT grubundan dört, 5E grubundan 2 ve kontrol grubundan üç öğretmen adayının ifadesi ise AKA düzeyinde sınıflandırılmıştır.

Mülakatın sekizinci sorusuna cevap veren ÜD'lerden biri (B25) KA, dördü ise (R11, B19, K12 ve K32) AKA düzeyine dahil edilmiş olup, OD'lerden üçü (R5, R18 ve K6) ise AKA düzeyinde sınıflandırılmıştır. AD'lerden biri (R7) KA düzeyinde gruplandırılırken, ikisi ise (R14 ve B1) AKA düzeyine dahil edilmişlerdir.

Mülakatın dokuzuncu sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 42'de gösterilmiştir.

Tablo 42. Mülakatın dokuzuncu sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
Poliprotik asit nedir?	KA	ÜD	R11	1	B25	1	-	-	Birkaç basamakta hidrojen iyonu salabilenlere denir. O bileşigi başka bir bileşikle tepkimeye sokarız, ortamda hala hidrojen iyonları varsa tekrar bir reaksiyon gerçekleştirmesi gerekir. (B5)

Tablo 42'nin devamı

Örnek birkaç poliprotik asit söyleyebilir misiniz? Bu asitlerin poliprotik olduğuna nasıl karar verdiniz?	OD	R18	1	B8	1	-	-	Birden fazla hidrojeni iyonlaşabilenlere poliprotik asit denir. Ayırıştırma işlemlerini uyguladım renk değişik renk değişim aralığı var tam o an denge anlarıdır oradan anlarız. (B25)	
	AD	R7	1	B5	1	-	-	İçinde birden fazla H <sup>+</sup> ya da OH <sup>-</sup> iyonu bulunduran asitlerdir. Mesala HCl nin içinde bir tane H <sup>+</sup> iyonu vardır. Ama mesala H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 'ün içinde daha fazla H <sup>+</sup> iyonu vardır. O poliprotiktir. H <sup>+</sup> ya da OH <sup>-</sup> iyonlarına bakarak karar veririm. (R18)	
	AKA	OD	-	-	-	-	K11	1	Protonlu asit daha çok tepkimeye girer, Lewis asit baz Arrhenius onlara göre sonuç çıkartabiliriz. (K2)
		AD	-	-	-	-	K2, K20	2	Çok elektrona sahip demek. (K11) Bence asitlik kuvveti fazla olan demektir. (K20)

Tablo 42'ye göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı “birden fazla basamakta iyonlaşabilen hidrojeni olan asitlere poliprotik asit denir. H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> poliprotik asitler için bir örnek olabilir. Asidin birden fazla basamakta iyonlaşıp iyonlaşmadığına bakılması gerekir, bu da indikatörler yardımıyla dönüm noktalarında renk değiştirmesinden anlaşılabilir” ifadesidir. Böylece TA düzeyine dahil edilen öğretmen adayı ifadesi bulunmazken, KA düzeyine REACT ve 5E grubundan üçer öğretmen adayı dahil edilmiştir. AKA düzeyine dahil edilenler ise kontrol grubundan üç öğretmen adaydır.

Mülakatın dokuzuncu sorusuna cevap veren ÜD'lerden ikisi (R11 ve B25) KA düzeyinde sınıflandırılırken OD'lerden ikisi (R18 ve B8) KA, biri (K11) AKA düzeyinde gruplandırılmışlardır. AD'lerden ikisi (R7 ve B5) KA, diğer ikisi de (K2 ve K20) AKA düzeyine dahil edilmişlerdir.

Mülakatın onuncu sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 43'te gösterilmiştir.

Tablo 43. Mülakatın onuncu sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
Asitler ve bazlar elektriği iletir mi? Elektrik iletkenlikleri neye bağlıdır?	KA	ÜD	R11, R13	2	B25	1	K12, K32	2	Sulu çözeltileri elektriği iletir. Elektronları sayesinde, yani ayrıştıkları için elektriği iletirler. (R13)
		OD	R18	1	B8, B16	2	K6	1	
		AD	R14	1	B1, B5	2	K20	1	
	AKA	ÜD	-	-	B19	1	-	-	Asitler daha iyi iletir diye biliyorum, bazlar da hiç iletmiyor diyemem bence mutlaka iletkenleri vardır. Hidrojen iyonlarıyla birlikte iletiyorlar. (R7)
		OD	R5	1	-	-	K11	1	
		AD	R7	1	-	-	K2	1	

Tablo 43'e göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı "Asitler ve bazlar elektriği iletir, kuvvetli olanları daha fazla iyonlaştığı için daha fazla iletirler. Elektrik iletkenliği maddenin iyonlaşmasına bağlıdır, ne kadar fazla iyonlaşırsa elektriği o kadar iyi iletir" ifadesidir. TA düzeyine dahil edilen öğretmen adayı ifadesi bulunmazken, KA düzeyine REACT ve kontrol grubundan dörder, 5E grubundan ise beş öğretmen adayı dahil edilmiştir. AKA düzeyine ise REACT ve kontrol grubundan ikişer ve 5E grubundan bir öğretmen adayı dahil edilmiştir.

Mülakatın onuncu sorusuna cevap veren ÜD'lerden beşi (R11, R13, B25, K12 ve K32) KA düzeyinde, biri ise AKA düzeyinde sınıflandırılmışlardır. OD'lerden dördü (R18, B8, B16 ve K6) KA, ikisi (R5 ve K11) AKA düzeyine dahil edilirken, AD'lerden dördü (R14, B1, B5 ve K20) KA, ikisi ise (R7 ve K2) AKA düzeyinde gruplandırılmışlardır.

Mülakatın on birinci sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 44'te gösterilmiştir.

Tablo 44. Mülakatın on birinci sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
Asit ve bazlarla günlük hayatta nerelerde karşılaşırsınız? Yiyeceklerimizin içerisinde var mıdır? Hangi yiyeceklerin içerisinde vardır?	TA	ÜD	R11	1	B19, B25	2	K12	1	Diş macunu bir bazdır, elma organik bir asittir. Meyve asitleri vardır . Şampuan bir bazdır. Asit olarak gazoz olabilir. (R11) Mesela asit yoğurtta var laktik asit var. Bazlardan sabun kullanım alanımıza giriyor. Domates asit, elmada da var. (B25)
		OD	R5, R18	2	B8, B16	2	K6	1	
		AD	R7	1	B1	1	K2, K20	2	
	AKA	ÜD	R13	1	-	-	K32	1	Her alanda karşılaşıyoruz, kullandığımız deterjanlarda özellikle, yiyeceklerimizde var. Meyvelerde var. Ben meyveleri baz olarak tanımlıyorum. Yani asit bana biraz daha şey geliyor, yakıcı daha zararlı geliyor. (R13) İçtiğimiz suda pH 7 olan var 7,8 olan var 8 olan var veya daha düşüğü olanlar var ya da kullandığımız şampuanlar asitlidir. Gıda maddesi olarak elmanın üzümün şekerli bir asiti vardı ama folik asit miydi tam olarak hatırlayamıyorum. (B5)
		OD	-	-	-	-	K11	1	
		AD	R14	1	B5	1	-	-	

Tablo 44'e göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı "günlük hayatımızın her noktasında karşılaşırsınız, mesela yediğimiz içtiğimiz şeylerde, temizlik malzemelerinde karşılaşırsınız. Sabun, şampuan bazik, limon, elma asidiktir" ifadesidir. TA düzeyine dahil edilen öğretmen adayı ifadelerinden dördü REACT grubuna, beşi 5E grubunda ve diğer dördü de kontrol grubuna aittir. AKA düzeyinde sınıflandırılan öğretmen adayı ifadelerinin ise ikisi REACT, biri 5E ve diğer ikisi de kontrol grubundan gelmiştir.

Mülakatın on birinci sorusuna cevap veren ÜD'lerden dördünün (R11, B19, B25 ve K12) cevabı TA, ikisinin (R13 ve K32) ise AKA düzeyine dahil edilmiştir. OD'lerden beşi (R5, R18, B8, B16 ve K6) ise TA, biri (K11) ise AKA düzeyinde değerlendirilirken, AD'lerden dördü (R7, B1, K2 ve K20) TA düzeyinde, ikisi ise (R14 ve B5) AKA düzeyinde sınıflandırılmıştır.

Mülakatın on ikinci sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 45'te gösterilmiştir.

Tablo 45. Mülakatın on ikinci sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
Asitler mi bazlar mı daha tehlikelidir? Neden?	TA	ÜD	R11	1	-	-	-	-	İkisi de aynı derecede tehlikelidir. Asitleri yiyebiliyoruz organik asitler var. İkisi de tehlikelidir ama hayatımız da kullanıyoruz. Asitlik bazlık derecelerine göre değişir yani yükseğe zarar verebilir vücudumuza. (R11)
		OD	R5	1	B8	1	-	-	
	KA	ÜD	-	-	B19	1	-	-	Asitler daha tehlikelidir. (B19)
		OD	-	-	-	-	K6	1	Bazlar daha tehlikelidir. (K6)
	AKA	ÜD	R13	1	B25	1	-	-	Bazlardan tehlikeli olan vardır ama asitler daha fazla tehlikelidir. Mesela sabunu yuttuğumuz ya da yediğimiz zaman midemize bir zarar verebilir. (K2)
		OD	R18	1	B16	1	K11	1	Bazlar daha tehlikelidir. Organik asitler yakıcı olduğu için daha tehlikeli ama organik asitler meyvede olduğu için yiyebiliyoruz. Bazlar daha tehlikelidir. (K11)
		AD	R7, R14	2	B1, B5	2	K2	1	Asitler daha tehlikelidir. Çünkü yakıcıdır. (B5)

Tablo 45'e göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı "ikisinin de kuvvetli olanı tehlikelidir. Çünkü kuvvetlilik derecesi arttıkça verdiği zarar da artar" ifadesidir. TA düzeyinde cevap verenlerden ikisi REACT grubundan, biri de 5E grubundandır. 5E ve kontrol grubundan birer öğretmen adayının ifadeleri ise KA düzeyine dahil edilmiş olup, AKA düzeyinde gruplandırılanların dördü REACT ve 5E grubundan olup ikisi de kontrol grubundandır.

Mülakatın on ikinci sorusuna cevap veren ÜD'lerden biri (R11) TA düzeyinde gruplandırılırken, biri (B19) KA, ikisi ise AKA düzeyinde gruplandırılmışlardır. OD'lerden ise ikisi (R5 ve B8) TA, biri (K6) KA, üçü ise (R18, B16 ve K11) ise AKA düzeyine dahil edilmiştir. AD'lerden beşi (R7, R14, B1, B5 ve K2) AKA düzeyinde değerlendirilmiştir.

Mülakatın on üçüncü sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 46'da gösterilmiştir.



Tablo 46. Mülakatın on üçüncü sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
Asitler ve bazları tepkimeye soksak ne olur? Nötrleşme nedir? Tuz nedir?	KA	ÜD	R13	1	B19, B25	2	-	-	Çözeltide kuvvetli asitle zayıf baz varsa çözelti asit olur, zayıf asit zayıf baz varsa nötr olur. Nötrleşme elektronların sıfırlanması demek. Ametalin ve metalin tepkimesi sonucunda tuz oluşur. (R14)
		OD	R5, R18	2	B8, B16	2	K6, K11	2	Tuz ve su ortaya çıkar. OH <sup>-</sup> ve H <sup>+</sup> iyonlarının eşit bir şekilde bulunmasına nötrleşme denir. Asitler bir metalle tepkimeye girdiğinde mesela su ve tuz oluşur. (K20)
		AD	R14	1	B1, B5	2	K20	1	Tuz ve su ortaya çıkar. OH <sup>-</sup> ve H <sup>+</sup> iyonlarının eşit bir şekilde bulunmasına nötrleşme denir. Tuz da asit ve bazın tepkimesinden oluşan bir maddedir. (R18)
	AKA	ÜD	R11	1	-	-	-	-	Tuz ve su ortaya çıkar. OH <sup>-</sup> ve H <sup>+</sup> iyonlarının eşit bir şekilde bulunmasına nötrleşme denir. Tuz çözüldüklerinde hidrojen açığa çıkarır hidroliz oldukları için, yani nötr olanlardır. (R7)
		AD	R7	1	-	-	-	-	

Tablo 46'ya göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı “Asitle bazın birleşiminden tuz ve duruma göre su oluşur. Asit veya bazdan hangisi kuvvetliyse tuz da onun özelliğini taşıyarak asidik, bazik veya nötr olabilir. Nötrleşme asidin ve bazın tepkimeye girerek tuz ve su oluşturmasıdır. Asit ve bazların tepkimeye girip oluşturdukları maddeye tuz denir” ifadesidir. TA düzeyine dahil edilen öğretmen adayı ifadesi bulunmazken, REACT grubundan dört, 5E grubundan altı ve kontrol grubundan üç öğretmen adayının ifadesi KA düzeyinde gruplandırılmıştır. REACT grubundan iki öğretmen adayının ifadesi ise AKA düzeyinde gruplandırılmıştır.

Mülakatın on üçüncü sorusuna cevap veren ÜD'lerden üçü (R13, B19 ve B25) KA düzeyinde, biri (R11) de AKA düzeyine dahil edilmiştir. OD'lerden altısı (R5, R18, B8, B16, K6 ve K11) ise KA düzeyinde ifadeler kullanmış olup, AD'lerden dördü (R14, B1, B5 ve K20) KA, biri (R7) ise AKA düzeyinde değerlendirilmiştir.

Mülakatın on dördüncü sorusuna öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Tablo 47’de gösterilmiştir.

Tablo 47. Mülakatın on dördüncü sorusundan elde edilen bulgular

S	K	KAD	REACT		5E		Kontrol		Örnek Öğrenci İfadeleri
			Ö	f	Ö	f	Ö	f	
Hidroлиз nedir? Her tuz hidroлиз olur mu? Neden? Örnek vererek açıklar mısınız?	KA	ÜD	R13	1	B19	1	-	-	Hidroлиз tuzun suda parçalanmasıdır. Her tuz hidroлиз olmaz. Mesela NaCl. (R14)
		OD	R5	1	B16	1	K11	1	Hidroлиз tuzun suda parçalanmasıdır. Nötr tuzlar hidroлиз olmaz. Nötr olduğu için ona etki edecek bir şey yoktur. (B19)
		AD	R14	1	B1, B5	2	-	-	Her tuz hidroлиз olmaz. (K11)
	AKA	ÜD	R11	1	B25	1	K12	1	Hidroлиз tuzların sularla tepkimesidir. Her tuz hidroлиз olur suyla birleşen her tuz hidroлиз olur. Su ve tuz tepkimeye girdiği zaman hidroлиз gerçekleşir. NaCl hidroлиз olmaz. (R18)
		OD	R18	1	B8	1	K6	1	Hidroлиз elektrikle ayırıştırıcıdır, her tuz hidroлиз olmaz. Mesela nötr tuzlar, NaCl. (B25)
		AD	R7	1	-	-	K2, K20	2	Hidroлиз tuzun suda parçalanmasıdır. Her tuz hidroлиз olur. (K2)

Tablo 47’ye göre, öğretmen adaylarından beklenen TA cevabı “Tuzun zayıf bileşenin suyla tepkimeye girmesidir. Her tuz hidroлиз olmaz. nötr tuzlar hidroлиз olmaz. Hidroлиз olabilmesi için tuzun en az bir bileşenin zayıf olması gerekir. NaCl hidroлиз olmaz” ifadesidir. TA düzeyine dahil edilen öğretmen adayı ifadesi bulunmazken, REACT grubundan üç, 5E grubundan dört ve kontrol grubundan bir öğretmen adayının ifadesi KA düzeyinde gruplandırılmıştır. REACT grubundan üç, 5E grubundan iki ve kontrol grubundan dört öğretmen adayının ifadeleri ise AKA düzeyinde değerlendirilmiştir.

Mülakatın on dördüncü sorusuna cevap veren ÜD’lerden ikisi (R13 ve B19) KA, üçü (R11, B25 ve K12) ise AKA düzeyine dahil edilmiştir. OD’lerden üçü (R5, B16 ve K11) KA, diğer üçü (R18, B8 ve K6) de AKA düzeyinde gruplandırılırken, AD’lerden üçü (R14, B1 ve B5), diğer üçü (R7, K2 ve K20) ise AKA düzeyinde gruplandırılmıştır.

### 3.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Ait Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi olan “Hangi öğrenme ortamı konuyla ilgili kavramların uzun süreli bellekte tutulmasına daha fazla etkide bulunmuştur?” sorusunu cevaplayabilmek için Tablo 48’de bazı tanımlayıcı istatistik bilgileri verilmiştir.

Tablo 48. Grupların ön, son ve gecikmiş test puanlarının tanımlayıcı istatistikleri

Gruplar	N	Ön test ortalaması	Son test ortalaması	Gecikmiş test ortalaması	Yüzde değişim (%) (Son – Gec.)	Yüzde değişim (%) (Ön – Gec.)
REACT	30	93,3	106,8	107,7	0,8	15,4
5E	32	91,9	107,7	107,3	-0,4	16,8
Kontrol	33	88,0	97,1	97,7	0,6	11,0

Tablo 48’e göre REACT ve kontrol grubu gecikmiş test puanlarını son testte almış oldukları puana göre %0,8 ve %0,6 artırmışken, 5E grubu %0,4 düşürmüştür. Ayrıca Tablo 48’e göre REACT grubu gecikmiş test puanlarını ön testte almış oldukları puana göre %15,4, 5E grubu ise %16,8 ve kontrol grubu %11,0 oranında artırmışlardır. Ancak Tablo 49’da gecikmiş test için yapılan Tek Faktörlü Kovaryans Analizinin sonuçlarına göre grupların gecikmiş test puanları üzerinde son test puanlarının bir etkisinin olmadığı, istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı ( $p>0.01$ ) görülmektedir.

Tablo 49. Gecikmiş test için tek faktörlü kovaryans analizi

Bağımlı Değişken: geckavram

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Ortalamaların Karesi	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	6244,4(a)	5	1248,9	11,7	.0
gruplar	89,3	2	44,6	,4	.7
sonkavram	2338,3	1	2338,3	21,8	.0
gruplar * sonkavram	97,2	2	48,6	,5	.6

a R Kare = ,396 (Ayarlanmış R Kare= ,362)

Tablo 23 (s.112)’e göre grupların gecikmiş testleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur ( $p>0.01$ ). Tablo 23 (s.112)’e göre ise REACT ve 5E grubunun ön testi ile gecikmiş testi arasında anlamlı farklılık bulunurken ( $p<0.01$ ), kontrol grubunun ön ile gecikmiş testi arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $p>0.01$ ). REACT, 5E ve kontrol grubunun son ve gecikmiş testi arasında da anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $p>0.01$ ).

Şekil 23 (s.118)'e göre, ABKT'nin A bölümündeki son test ve gecikmiş test yüzde değişimlere göre REACT grubu son test puanlarını %1,0 oranında artırırken, 5E grubu %5,6 oranında artırmıştır. Kontrol grubu ise son test puanlarını %5,3 oranında düşürmüştür. Ön test ve gecikmiş test yüzde değişimlerine göre ise, REACT grubu ön test puanını gecikmiş testte %13,7 oranında artırırken, 5E grubu %19,8 ve kontrol grubu %9,2 oranında artırmıştır.

Şekil 24 (s.126)'e göre, ABKT'nin B bölümündeki son ve gecikmiş test arasındaki yüzde değişimlere bakılacak olursa, REACT grubu son test puanlarını %7,2 oranında, kontrol grubu ise %2,3 oranında artırırken, 5E grubunda ise son test puanlarına göre %0,9'luk bir gerileme olmuştur. Ön ve gecikmiş test arasındaki yüzde değişimlere göre, REACT grubu B bölümündeki ön test puanını %20,3 oranında, 5E grubu %15,6 ve kontrol grubu %10,0 oranında artırmıştır.

Şekil 25 (s.134)'e göre, ABKT'nin C bölümündeki son test ve gecikmiş test puanları arasındaki yüzde değişimlere göre ise üç grup da son test puanlarına göre bir gerileme yaşamıştır. REACT grubu puanlarını %4,4, 5E grubu %7,1, kontrol grubu ise %2,0 oranında gerilemiştir. Ön ve gecikmiş test arasındaki yüzde değişimlere göre ise, REACT grubu ön test puanını %13,2, 5E grubu %14,5 ve kontrol grubu %15,5 oranında artırmıştır.

Tablo 23 (s.112)'e göre REACT, 5E ve kontrol grubunun son ve gecikmiş testleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur ( $p>0.01$ ). REACT, 5E ve kontrol grubunun ön ve gecikmiş testleri arasında anlamlı bir farklılık vardır ( $p<0.01$ ).

### 3.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Ait Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Hangi öğrenme ortamı öğretmen adaylarının kimya dersine yönelik tutum ve deneyimini daha fazla etkilemiştir?” şeklindedir. Bu alt problemi cevaplayabilmek için KTDA'ndan elde edilen istatistiksel analiz Tablo 50'de sunulmuştur.

Tablo 50. Grupların tutum testi tanımlayıcı istatistik bulguları

Gruplar	N	Ön test		Son test		Gecikmiş test	
		Ort.	s.s.	Ort.	s.s.	Ort.	s.s.
REACT	30	120,8	13,6	114,5	14,7	86,1	11,7

Tablo 50'nin devamı

<b>5E</b>	32	117,2	12,7	114,8	17,1	85,0	14,2
<b>Kontrol</b>	33	117,9	22,4	113,0	22,6	81,4	14,8

Tablo 50'ye göre ön testte REACT grubu ( $\bar{X}=120,8$ ), 5E grubu ( $\bar{X}=117,2$ ) ve kontrol grubunun ( $\bar{X}=117,9$ ) almış oldukları puanların ortalamaları birbirine oldukça yakınken, grupların son testten almış oldukları puanlara göre REACT grubunun ortalaması ön testte almış oldukları 120,8 puandan 114,5'e, 5E grubunun ortalaması 117,2 puandan 114,8'e, kontrol grubunun ortalaması ise 117,9 puandan 113,0 puana gerilemiştir. Grupların gecikmiş testten almış oldukları puanlara göre REACT grubu ortalamasını 86,1'e, 5E grubu ise 85,0'e ve kontrol grubu da 81,4'e düşürmüştür.

Tablo 51'e göre ise, tek faktörlü varyans analizi neticesinde grupların ön ve son KTDA puanları arasında .01 düzeyinde anlamlı bir fark ( $F=,4$ ;  $p=.7$ ) bulunmamıştır. Tablo 52'ye göre gecikmiş test için yapılan tek faktörlü kovaryans analizine göre ise grupların gecikmiş test puanları arasında anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.01$ ).

Tablo 51. KTDA için tek faktörlü varyans analizi tablosu

Test	Varyans kaynağı	s.d.	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	p
Ön test	Gruplar arası	2	232,1	116,0	,4	.7
	Gruplar içi	92	26299,1	285,9		
	Genel	94	26531,2			
Son test	Gruplar arası	2	60,3	30,1	,1	.9
	Gruplar içi	92	31572,5	343,2		
	Genel	94	31632,7			

Tablo 52. Gecikmiş test için tek faktörlü kovaryans analizi

Bağımlı Değişken: gectutum

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Ortalamaların Karesi	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	5427,6(a)	5	1085,5	7,9	.0
Intercept	3045,3	1	3045,3	22,2	.0
gruplar	94,5	2	47,2	,3	.7
sontutum	4282,3	1	4282,3	31,3	.0
gruplar * sontutum	1070,	2	53,5	,4	.7
Hata	12192,6	89	137,0		
Toplam	689453,0	95			
Düzeltilmiş Toplam	17620,2	94			

a R Kare = ,3 (Ayarlanmış R Kare = ,3)

Bütün grupları bir arada değerlendirmek için yapılan tekrarlı ölçümler tek yönlü ANOVA sonuçları ise Tablo 53'te verilmiştir. Tabloya göre gruplar arasında istatistiksel anlamda anlamlı bir farklılık vardır ( $F=216,2$ ;  $p=.0$ ;  $p<.01$ ). Bu anlamlı farklılığın hangi gruplar arasında olduğu ise Tablo 54'te görülen Bonferroni testinin sonuçlarında verilmiştir. Buna göre REACT, 5E ve kontrol gruplarının ön ve son tutum testleri arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen ( $p>0.01$ ) bütün grupların ön ve gecikmiş, son ve gecikmiş testleri arasında anlamlı bir fark vardır ( $p<0.01$ ).

Tablo 53. Tekrarlı ölçümler için tek faktörlü varyans analizi (Repeated measures for one-way ANOVA)

Varyans kaynağı	s.d.	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	p
Gruplar arası	94	46769,6	497,6	216,2	0.0
Ölçümler arası	2	66725,6	4620,6		

Tablo 54. KTDA için çoklu karşılaştırma – Bonferroni Testi - sonuçları

(I) faktör1	(J) faktör1	Ort. Fark (I-J)	ss	Sig.(a)
REACT on	REACT son	6,3	3,3	1.0
	REACT gec	34,7(*)	3,0	.0
	5E on	3,1	3,4	1.0
	5E son	5,5	3,8	1.0
	5E gec	35,4(*)	3,0	.0
	Kontrol on	5,0	3,0	1.0
	Kontrol son	7,1	4,8	1.0
	Kontrol gec	39,7(*)	3,6	.0
REACT son	REACT gec	28,4(*)	2,6	.0
	5E on	-3,3	4,3	1.0
	5E son	-,9	4,7	1.0
	5E gec	29,0(*)	3,9	.0
	Kontrol on	-1,3	4,1	1.0
	Kontrol son	,8	5,1	1.0
	Kontrol gec	33,4(*)	3,1	.0
REACT gec	5E on	-31,7(*)	3,6	.0
	5E son	-29,3(*)	4,1	.0
	5E gec	,6	3,4	1.0
	Kontrol on	-29,7(*)	3,4	.0
	Kontrol son	-27,6(*)	4,9	.0
	Kontrol gec	5,0	3,0	1.0

Tablo 54'ün devamı

5E on	5E son	2,4	2,1	1.0
	5E gec	32,3(*)	2,0	.0
	Kontrol on	1,9	4,1	1.0
	Kontrol son	4,0	4,8	1.0
	Kontrol gec	36,7(*)	3,6	.0
5E son	5E gec	29,9(*)	2,1	.0
	Kontrol on	-,5	4,3	1.0
	Kontrol son	1,6	5,0	1.0
	Kontrol gec	34,3(*)	3,8	.0
5E gec	Kontrol on	-30,4(*)	3,9	.0
	Kontrol son	-28,3(*)	5,0	.0
	Kontrol gec	4,4	3,6	1.0
Kontrol on	Kontrol son	2,1	3,5	1.0
	Kontrol gec	34,7(*)	3,2	.0
Kontrol son	Kontrol gec	32,6(*)	3,6	.0

\* .01 düzeyinde hesaplanmıştır.

### 3.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Ait Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Öğretmen adaylarının anlama seviyelerine göre (üst, orta ve alt düzey) REACT stratejisi ve 5E modelinin etkililiği hakkındaki düşünceleri nelerdir?” şeklindedir. Bu alt problemi cevaplayabilmek için deney gruplarının (REACT ve 5E grubu öğretmen adaylarının) mülakat sorularının ikinci bölümüne yani öğretim yöntem ve teknikleriyle ilgili olan bölüme vermiş oldukları cevaplarının analiz edilmesi gerekmiştir. Öğretmen adaylarının mülakat sorularının ikinci bölümüne vermiş oldukları cevaplar Tablo 55’te sunulmuştur.

Tablo 55. Deney grubu öğrencilerinin mülakatın ikinci bölümündeki sorulara vermiş oldukları cevaplar

Soru	Temalar	REACT Grubu		5E Grubu	
		Öğrenciler	f	Öğrenciler	f
1. Kimya dersinin geleneksel yöntemden farklı olarak işlenmesi hakkında ne düşünüyorsunuz? Neden?	Öğrencilerin aktif olması	R11, R13, R18	3	B19	1
	Güzel ve zevkli olması	R7	1	B1	1
	Ders esnasında kendiliğinden yapılan testlerin bilgiyi daha iyi ölçmesi	R5	1	-	-

Tablo 55'in devamı

	Etkinliklerin görsel ve kalıcı olması	R13	1	B8, B25	2
	Sürekli asit-baz konusunun işlenmesi	R7, R14	2	-	-
	Ön hazırlıklı gelinmesinin daha faydalı olması	-	-	B5, B16	2
	Testlerin sıkıcı olması	R7	1	-	-
2. Derslerin öğrenci merkezli mi yoksa öğretmen merkezli mi olması daha iyi? Neden?	Öğrenci merkezli olması	R5, R7, R11, R14, R18	5	B8, B19, B25	3
	Duruma göre değişken olarak kullanılması	R13	1	B1, B5, B16	3
3. Bundan sonraki kimya derslerinin de bu şekilde işlenmesini ister miydiniz? Neden?	Verimli olması	R5, R7, R11, R13, R14, R18	6	B1, B8, B16, B19, B25	5
	Öğrenciyi ders çalışmaya teşvik etmesi	-	-	B5	1
4. Uygulamalarda gördüğünüz eksiklikler veya değişmesini istediğiniz noktalar var mı? Nelerdir?	Eksik noktanın olmaması	R13, R14, R18	3	B8, B16, B19, B25	4
	Malzemeleri öğrencilerin hazırlaması	R7	1	-	-
	İşbirlikçi sunumların yapılması	R5	1	-	-
	Deneyi kendi kendine yapmanın zorluğu	R11	1	-	-
	Verimli olmaması	-	-	B1	1
	Ön hazırlıklı gelinmesinin gerekli olması	-	-	B5	1
5. Bu uygulamaların size neler kazandırdığını düşünüyorsunuz? Açıklayınız.	Kendi potansiyelini görebilme	R11, R13, R14	3	-	-
	Günlük hayatla ilişkilendirmenin cazibesi	R7	1	B5	1
	Araştırma yapmayı öğrenme	R5, R18	2	B19	1
	Grup çalışmasını öğrenme	R11	1	-	-
	Kalıcı bir şekilde öğrenme	-	-	B8, B25	2
	Eksikleri görüp düzeltme	-	-	B1, B16	2
6. Arkadaşlarınızla grup çalışması yapmak size ne kazandırdı? Yaşadığınız aksaklıklar nelerdir? Açıklayınız.	Grupça fikir üretilmesi	R13, R14, R18	3	B1, B8, B16, B19, B25	5
	İşbirliğinin olmaması	R7	1	-	-
	Sosyalleşme	R5, R11	2	B5, B8	2



Tablo 55’te göre, ilk soru için “öğrencinin aktif olması” temasında sınıflandırılan REACT grubundan üç (R11, R13 ve R18), 5E grubundan bir (B19) öğretmen adayı varken, “güzel ve zevkli olması” temasında sınıflandırılan REACT (R7) ve 5E (B1) grubundan birer öğretmen adayı bulunmaktadır. REACT grubunda bir öğretmen adayı (R5) “ders esnasında kendiliğinden yapılan testlerin bilgiyi daha iyi ölçmesi” temasında sınıflandırılırken, aynı gruptan bir diğer öğretmen adayı (R7) ise “testlerin sıkıcı olması” temasında değerlendirmiştir. REACT grubundan bir (R13) ve 5E grubundan iki (B8 ve B25) öğretmen adayı “etkinliklerin görsel ve kalıcı olması” temasında gruplandırılırken, REACT grubundan iki öğretmen adayı (R7 ve R14) “sürekli asit-baz konusunun işlenmesi” temasında sınıflandırılmıştır. 5E grubundan iki öğretmen adayı (B5 ve B16) ise “ön hazırlıklı gelinmesinin daha faydalı olması” temasında gruplandırılmıştır.

ÜD’lerden üçü (R11, R13 ve B19) “öğrencinin aktif olması” temasında, biri (B25) ise “etkinliklerin görsel ve kalıcı olması” temasında sınıflandırılmışlardır. OD’lerden biri (R5) “ders esnasında kendiliğinden yapılan testlerin bilgiyi daha iyi ölçmesi” temasında sınıflandırılırken, biri (R18) “öğrencinin aktif olması”, biri (B8) “etkinliklerin görsel ve kalıcı olması” biri ise (B16) “ön hazırlıklı gelinmesinin daha faydalı olması” temasında gruplandırılmıştır. AD’lerden ikisi (R7 ve R14) “sürekli asit-baz konusunun işlenmesi” temasında, biri (B1) “güzel ve zevkli olması”, biri (B5) ise “ön hazırlıklı gelinmesinin daha faydalı olması” temasında gruplandırılmıştır.

Birinci soru için REACT ve 5E grubundan üst (R11), orta (B8) ve alt (B1) düzey öğretmen adaylarından mülakat alıntıları sırasıyla aşağıdadır.

A: Kimya dersini biliyorsun alışkın olduğunuzdan biraz farklı bir şekilde işledik. Sizin sınıfınızda bağlam temelli yaklaşıma dayalı REACT stratejisini kullandık sen bu konu hakkında ne düşünüyorsun?

R11: Lisede ezberci bir yaklaşım vardı ve beherin, deney tüpünün, uçayağın ne olduğunu bilmiyordum, ama ben buraya gelince açıkçası burada öğrendim. Deneyi kendimiz yapmamız çok iyi oldu, asit baz kavramını nötrleşme tepkimesini gerçekten burada öğrendim. Lisede ezberci öğreniyorsun, kitaptan okuyup soruyu çözebiliyorsan tahtaya kalkacaktın o kadar. Ama burada sen aktif olmak zorundasın.

A: Sizin sınıfta 5E yöntemini kullanmıştık. Dolayısıyla alışkın olduğunuzdan farklı bir yöntem izledik. Etkinlikler yaptık. Bunlar hakkında ne düşünüyorsun?

B8: Bunlar hakkında ne düşünüyorum? Aslında insan görerek daha çok öğrenir. Çünkü insan gördüğünün yüzde 95'ini unutmaz. Duyduğunun yüzde 1'ini unutmaz. Yani insan görerek daha çok anlar. Çünkü hatırlar gördüğünü, unutmaması imkansızdır. Sizin kullandığınız yöntemler iyiydi aslında çünkü etkinlikler yaptık ve görsel bir şeyler yaptık unutmamız imkansız oldu artık. İmkansız demeyelim de unutmamız yani kolay kolay.

B1: Aslında şöyle söyleyeyim deneyleri etkinlikleri bizzat yaptığımız için daha iyi oldu en azından şu cümleyi kurabiliyorum: Kimya lab dersinden sıkılmadım. Bu çok önemli çünkü Türkçe dersine giderken çok sıkılarak gidiyorum. Ama kimya lab dersleri eğlenceli geçti.

Tablo 55'te göre, ikinci soru için "öğrenci merkezli olması" temasında sınıflandırılan REACT grubundan beş (R5, R7, R11, R14 ve R18), 5E grubundan üç öğretmen adayı (B8, B19, B25) bulunurken, "duruma göre değişken olarak kullanılması" temasında sınıflandırılan REACT grubundan bir (R13), 5E grubundan ise üç öğretmen adayı (B1, B5 ve B16) bulunmaktadır.

ÜD'lerden üçü (R11, B19 ve B25) "öğrenci merkezli olması" temasında, biri (R13) "duruma göre değişken olarak kullanılması" temasında sınıflandırılmıştır. OD'lerden üçü (R5, R18 ve B8) "öğrenci merkezli olması" temasında, biri (B16) "duruma göre değişken olarak kullanılması" temasında sınıflandırılmıştır. AD'lerden ikisi (R7 ve R14) "öğrenci merkezli olması" temasında, ikisi (B1 ve B5) ise "duruma göre değişken olarak kullanılması" temasında sınıflandırılmıştır.

İkinci soru için REACT ve 5E grubundan üst (R13), orta (R5) ve alt (R14) düzey öğretmen adaylarından mülakat alıntıları sırasıyla aşağıdadır.

A: Peki, derslerin öğrenci merkezli mi yoksa öğretmen merkezli mi olması daha iyi?

R13: Bence yerine göre olmalı. Yani öğrenci merkezli, sadece öğrenci pasif kalmamalı. Ama öğretmen de pasif kalmamalı yani ders anlatırken. Mesela öğrenci sunum yapmalı ama öğretmen o anda şu yanlış şu doğru diye söylesin. Onun da bir şekilde aktif olması lazım. Sadece öğrenci olmamalı.

R5: Bence öğrenci merkezli daha iyi çünkü çalışan hazırlanıp gelen var hazırlanmayıp gelen var mesela hocayı dinleyen var dinlemeyen var ama iş başa düşünce hani hiç istemeden bile anlıyorsunuz yani öğrenci merkezi olmak daha iyi.

R14: Bence öğrenci merkezli olması. Çünkü öğrenci zaten hoca anlatacak psikolojisi ile hiç hazırlık falan yapmadan geliyor. Eğer öğrenci merkezli olursa, öğrenci zaten

hazırlık yapıyor ilk gün gittiğinde ve araştırma yapıyor, ben yaptım örneğin, ben öyle düşünüyorum.

Tablo 55’te göre, üçüncü soru için “verimli olması” temasında sınıflandırılan REACT grubundan altı (R5, R7, R11, R13, R14 ve R18), 5E grubundan ise beş (B1, B8, B16, B19 ve B25) öğretmen adayı bulunmaktadır. “Öğrenciyi ders çalışmaya teşvik etmesi” temasında sınıflandırılan 5E grubundan bir öğretmen adayı (B5) bulunmaktadır.

ÜD’lerin (R11, R13, B19 ve B25) ve OD’lerin (R5, R18, B8 ve B16) tamamı “verimli olması” temasında sınıflandırılırken, AD’lerin de üçü (R7, R14 ve B1) yine aynı tema içine yerleştirilmiştir. Ancak AD’lerden bir öğretmen adayı (B5) “öğrenciyi ders çalışmaya teşvik etmesi” temasında gruplandırılmıştır.

Üçüncü soru için REACT ve 5E grubundan üst (B25), orta (R18) ve alt (B5) düzey öğretmen adaylarından mülakat alıntıları sırasıyla aşağıdadır.

A: Bundan sonraki kimya derslerinizin bu şekilde işlenmesin ister miydin?

B25: Evet isterdim.

A: Neden isterdin?

B25: Şu an yaptığımız deneyleri unutamiyorum o konuları çok iyi anladım, görerek olduğu için kesinlikle daha verimli oldu. Evet yer yer hatırlamıyor olabilirim ama belki ilerde hiçbirini unutmayacağım o deneyleri tekrar gördükçe aklıma geliyor biliyorum yani nasıl yapacağımı.

R18: Evet isterim.

A: Neden istersin?

R18: Dediğim gibi çünkü araştırmak için her hafta bir çaba oluyor derse katılmak için bir çaba oluyor öğretmene yine gidip istediğini sorabilirsin ama öğrencinin araştırması her zaman daha iyi diye düşünüyorum. Yani böyle daha verimli oldu.

B5: Şimdi bu şekilde dediğiniz?

A: Yani asit-bazda yaptığımız uygulamalar gibi.

B5: Daha önceden sizin işlediğiniz gibi.

A: Evet.

B5: Bu şekilde güzel yani ama ders öncesinde öğrencinin bunlara ilişkin bazı noktaları gözden geçirmesi için teşvik edilmesi daha iyi olur.

Tablo 55’te göre, dördüncü soru için “eksik noktanın olmaması” temasında sınıflandırılan öğretmen adaylarından üçü (R13, R14 ve R18) REACT grubundan, dördü (B8, B16, B19 ve B25) ise 5E grubundandır. REACT grubundan bir öğretmen adayı (R7) “malzemeleri öğrencilerin hazırlaması” temasında sınıflandırılırken, bir diğer öğretmen adayı (R5) ise “işbirlikçi sunumların yapılması”, bir diğeri (R11) “deneyi kendi kendine yapmanın zorluğu” temasında sınıflandırılmışlardır. 5E grubundan bir öğretmen adayı (B1) ise uygulamaları “verimli olmaması”, bir diğeri (B5) “ön hazırlıklı gelinmesinin gerekli olması” temasında gruplandırılmışlardır.

ÜD’lerden üçü (R13, B19 ve B25) “eksik noktanın olmaması” temasında iken, biri (R11) “deneyi kendi kendine yapmanın zorluğu” temasındadır. OD’lerden üçü (R18, B8 ve B16) “eksik noktanın olmaması” temasında iken, biri (R5) “işbirlikçi sunumların yapılması” temasında sınıflandırılmıştır. AD’lerden biri (R7) “malzemeleri öğrencinin hazırlaması” temasında sınıflandırılırken, biri (R14) “eksik noktanın olmaması” temasında sınıflandırılmıştır. Bir diğer AD (B1) “verimli olmaması” temasında, bir diğeri (B5) ise “ön hazırlıklı gelinmesinin gerekli olması” temasında gruplandırılmışlardır.

Dördüncü soru için REACT ve 5E grubundan üst (B19), orta (B8) ve alt (R7) düzey öğretmen adaylarından mülakat alıntıları sırasıyla aşağıdadır.

A: Peki uygulamalarda biliyorsun asit bazla ilgili olarak yapmış olduğumuz uygulamalarda eksik veya değişmesini istediğin herhangi bir şeyle karşılaştın mı?

B19: Hayır her şeyi orda kendimiz yapıyoruz yani her şeyi, değerleri kendimiz hesaplıyoruz verileri falan hepsini kendimiz elde ediyoruz bence çok iyi yani eksikten çok fazlası var bence bir çok şeyi biz yapıyoruz çünkü, iyi çok güzel.

B8: Hiç düşünmedim ama olmadığını söyleyebilirim. Çünkü ben zevk alarak dersi işledim ve bitirdim. Çünkü kimya dersinden zaten zevk alıyorum ben. Derste de hiçbir eksiklik falan olduğunu görmedim. Şunu diyebilirim şimdiye kadar gördüğüm kimya derslerinin içinde en zevkli derslerden biriydi.

R7: Mesela hocam deneye ilk geldiğimizde malzemeler tezgahın üzerinde oluyordu, onu mesela biz kendimiz her şeyi bulup, getirip, kursaydık kendimiz yapsaydık daha mutlu olurum ben, böyle yapmak da yine hoşuma gidiyordu ama kendim bir şeyler yaratmak daha çok hoşuma giderdi.

Tablo 55'e göre, mülakatın beşinci sorusu için REACT grubu öğretmen adaylarından üçü (R11, R13 ve R14) "kendi potansiyelini görebilme" temasında sınıflandırılırken, bir diğeri (R11) ise "grup çalışmasını öğrenme" temasında sınıflandırılmıştır. "Günlük hayatla ilişkilendirmenin cazibesi" temasında gruplandırılan REACT grubundan bir (R7), 5E grubundan bir (B5) öğretmen adayı bulunmaktadır. REACT grubundan iki (R5 ve R18), 5E grubundan bir (B19) ise "araştırma yapmayı öğrenme" temasında sınıflandırılırken, 5E grubundan iki öğretmen adayı (B8 ve B25) "kalıcı bir şekilde öğrenme", diğeri ikisi ise (B1 ve B16) "eksikleri görüp düzeltme" temasında sınıflandırılmışlardır.

ÜD'lerden ikisi (R11 ve R13) "kendi potansiyelini görebilme" temasında sınıflandırılırken, biri (B19) "araştırma yapmayı öğrenme", bir diğeri ise (B25) "kalıcı bir şekilde öğrenme" temasında gruplandırılmışlardır. OD'lerden ikisi (R5 ve R18) "araştırma yapmayı öğrenme", biri (B8) "kalıcı bir şekilde öğrenme", diğeri ise (B16) "eksikleri görüp düzeltme" temasında sınıflandırılmışlardır. AD'lerden ikisi (R7 ve B5) "günlük hayatla ilişkilendirmenin cazibesi" temasında sınıflandırılırken, biri (R14) "kendi potansiyelini görebilme", diğeri ise (B1) "eksikleri görüp düzeltme" temasında sınıflandırılmışlardır.

Beşinci soru için REACT ve 5E grubundan üst (B19), orta (B16) ve alt (R14) düzey öğretmen adaylarından mülakat alıntıları sırasıyla aşağıdadır.

A: Peki bu uygulamalar sana ne kazandırdı?

B19: Bu uygulamalar yani araştırma yapmak aslında daha çok ilgimi çekti. Mesela en başlarda rapor yazmak ödev yapmak gibi bir şeydi. Ama şimdi araştırıyorsun, kitapları araştırıyorsun, defterleri araştırıyorsun. Çünkü bir merak uyanıyor kendimiz yapıyoruz deneyleri falan bu niye böyle olmuş diye merak ediyoruz dolayısıyla araştırıyoruz artık güzel bir şey.

B16: Ne kazandırdı işte eksiklerimi giderdim yanlış bilgilerimi öğrendim hem kimya dersini hem kimya laboratuvar dersini aynı konuları işleyince pekişti, öğrendik yani eksiklerimizi ya da yanlış da olan bilgilerimi düzeltmiş oldum.

R14: Yani en başta anket tekniğini ve nasıl yapıldığını gördüm. Uygulamada kendim ön planda olduğumu, sadece sıramda oturmadığımı, bir şeyleri yapabilmemin gerektiğini öğrendim. Yani konu hakkında bilgi sahibi oldum en azından deneyler konusunda özellikle. Yani deneyi kendi kendime yapabiliyor muyum yapamıyor muyum bunu bir şekilde öğrendim.

Tablo 55'e göre mülakatın altıncı sorusu için "grupça fikir üretilmesi" temasında gruplandırılan REACT grubundan üç (R13, R14 ve R18), 5E grubundan beş (B1, B8, B16, B19 ve B25) öğretmen adayı bulunmaktadır. "İşbirliğinin olmaması" temasında sınıflandırılan REACT grubundan bir (R7) öğretmen adayı bulunurken, "sosyalleşme" temasında REACT (R5 ve R11) ve 5E grubundan iki (B5 ve B8) öğretmen adayı gruplandırılmıştır.

Mülakatın altıncı sorusuna cevap veren ÜD'lerden üçü (R13, B19 ve B25) "grupça fikir üretilmesi", biri ise (R11) "sosyalleşme" temasında gruplandırılmıştır. OD'lerden ikisi (R18 ve B16) "grupça fikir üretilmesi" temasında, (R5 ve B8) "sosyalleşme" temasında gruplandırılmıştır. AD'lerden ikisi (R14 ve B1) "grupça fikir üretilmesi", biri (R7) "işbirliğinin olmaması" ve bir diğeri ise (B5) "sosyalleşme" temasında gruplandırılmıştır.

Altıncı soru için REACT ve 5E grubundan üst (R11), orta (R18) ve alt (B1) düzey öğretmen adaylarından mülakat alıntıları sırasıyla aşağıdadır.

A: Peki arkadaşlarınızla grup alışması yaptınız, etkinlik kağıtları doldurdunuz, ödevler hazırladınız işte araştırma soruları vermiştim ben size bunlar size ne kazandırdı?

R11: Nasıl anlatayım arkadaşlarımla ben hiç toplu bir şekilde deney yaptığımı hatırlamıyorum, hocamız hep şey derdi lisede hani toplanın da yapın ama burada toplu bir şekilde yapıyorsunuz sonuçta bir etkinliği, sevmesem bile karşımdaki insanı, arkadaşını mutlaka orda bir şey yapmak zorundasınız kendi hayal gücünü kullanarak yapıyorsunuz, sonuçta bir şeyler katmıştır yani sosyalleşmiştir sonuçta.

A: Peki grup çalışmaları esnasında yaşadığınız aksaklıklar oldu mu yani bu arkadaş için bir şey yapmadı ya da işte hep biz yaptık ya da başka bir eksiklik belki oldu mu?

R11: Hayır bizim grubumuz gayet güzeldi pek fazla sorun çıktığını sanmıyorum çıkmamıştı yani ben hatırlamıyorum.

R18: Eee şöyle bir durum mesela tek başımıza yapsaydık bireysel yapsaydık diyelim mutlaka hatalarımız olacaktı hocam mesela benim göremediğim hatayı benim grup arkadaşım görür ya da onun göremediği hatayı ben görürüm böylece birbirimizin eksiklerini kapatmış olduk ve bu bizim için daha iyi oldu grup çalışması.

A: Peki grup çalışması esnasında herhangi bir aksaklık yaşadınız mı?

R18: Yok hayır hatırlamıyorum yani mesela birimiz gidiyorduk malzemeleri buluyorduk birimiz işte föyden işte bu malzeme tamam diye çiziyorduk bir tanemiz düzeneği hazırlıyorduk o şekilde hiçbir aksaklık olduğunu hatırlamıyorum.

B1: Birlikte bir şey yapmayı gerçekten o arada diğer hani deney yaparken işte sen tüpü getir ben bunu getireyim sunu yapayım derken işte kısa sürede bitirdik ilk bitiren gruplardan biriydik hem zamanı da ayarlamayı öğrendik bu sayede düzenli çalışmayı da öğrendik bana aslında faydası çok.

A: Yaşadığınız herhangi bir aksaklık oldu mu yani grup içinde mesela etkin olmayan birisi?

B1: Yok kesinlikle herkes kendine göre bildiği yani o sorumluluğu alabildi.

Bu bölümde araştırmanın alt problemleri ile ilgili ABKT'den elde edilen toplam puanlar göz önünde bulundurularak elde edilen istatistiksel bulgular ile her bir soru maddesi ve alt bölümler için elde edilen nitel ve nicel bulgular, klinik mülakattın her bir soru maddesi için elde edilen bulgular ve öğretmen adaylarının vermiş oldukları özgün cevap örnekleri ile KTDA'dan elde edilen nicel bulgulara yer verilmiştir. Bir sonraki bölümde bulgulara paralel, araştırmanın alt problemlerine yönelik olarak tartışmalar yer almaktadır.

## **4. TARTIŞMA**

Bu çalışmanın amacı, Asit ve Bazlar konusunda REACT stratejisine ve 5E modeline göre hazırlanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının anlamalarına, tutumlarına ve deneyimlerine olan etkisini araştırmak, mevcut öğretimle ve birbirleriyle karşılaştırmalar yapmaktır. Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine yönelik olarak elde edilen bulgular, literatürde yapılan çalışmaların sonuçları da dikkate alınarak detaylı bir biçimde alt başlıklar halinde tartışılmıştır.

### **4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma**

Bu başlık altında “REACT stratejisi kullanılarak oluşturulmuş bağlam temelli, 5E modeli kullanılarak oluşturulmuş yapılandırmacı ve mevcut öğrenme ortamlarındaki öğretmen adayları anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklinde olan araştırmanın birinci alt problemi elde edilen bulgular yardımıyla önce genel sonra ise kavramlar bazında yorumlanmıştır.

#### **4.1.1. ABKT’den Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma**

Tablo 19’a göre (s.110) grupların ön test puanlarına bakarak bütün grupların öğrenme ortamına birtakım ön bilgilerle geldikleri söylenebilir. Öğrencilerin öğrenme ortamında kazandıkları, öğrenme ortamına getirdikleri bilgi birikimine ve öğrenme ortamının sağladıklarına bağlıdır (Ayas, 1995). Buradan yola çıkarak, öğretmen adaylarının ders ortamına boş gelmedikleri, çevreleriyle etkileşimlerinin sonucunda kendi bakış açılarını oluşturdukları ve yeni bilgilere anlam kazandırdıkları söylenebilir (Seiger-Ehrenberg, 1981; Novak, 1988). Tablo 20’ye göre (s.110) yapılan tek faktörlü varyans analizi neticesinde grupların ön test puanları arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $F=1,2$ ;  $p>0.01$ ). Bu da deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ön bilgi açısından birbirlerine yakın olduklarını gösterir ve aynı zamanda uygulanan materyallerin etkililiklerinin karşılaştırılabilmesi için önemli bir avantaj da sağlar (Özsevgeç, 2007; Şahin, 2010). Ancak Tablo 20’ye göre (s.110) grupların son test puanları arasında anlamlı



farklılık bulunmaktadır ( $F=7,7$ ;  $p<0.01$ ). Bu durum, uygulanan etkinliklerin ve materyallerin etkili olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, Tablo 21'deki (s.111) Tukey testi sonuçlarına göre, REACT grubu ile kontrol grubu ve 5E grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı farklılık bulunmasına rağmen ( $p<0.01$ ), REACT grubunun son testi ile 5E grubunun son testi arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0.01$ ). REACT stratejisi ve 5E modeli mevcut öğretime göre asit ve bazlar konusu ile ilgili öğretmen adaylarının kavramsal yapılarını farklılaştırmada kontrol grubuna oranla daha etkili bulunmuştur. REACT grubu için bu durum REACT stratejisinde kullanılan günlük yaşamla ilişkili materyal ve kullanılan bağlamlardan kaynaklanmış olabilir. Bu materyal ve kullanılan bağlamlar öğretmen adaylarının dikkatini çekmiş ve onların konuya daha ilgili ve dikkatli yaklaşımlarını sağlamış olabilir. Aynı durum 5E modelinin uygulandığı gruptaki öğretmen adayları için de geçerli olmakla birlikte genel olarak alışkın olduklarından (öğretmenin sunum yaptığı ve öğretmen adaylarının not tuttuğu) farklı bir yöntemle dersin işlenmesi de öğretmen adaylarını olumlu yönde etkilemiş olabilir. Bu durum REACT stratejisinin (Ültay, 2012) ve 5E modelinin (Çalık, 2006; Özsevgeç, 2007; Şahin, 2010) kullanılan öğretim ortamında öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde etkili olduğu sonuçlarını desteklemektedir.

Tablo 23'e göre (s.112) REACT ve 5E gruplarında yapılan öğretimin öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına olumlu yönde etkisi olduğu, ancak kontrol grubunda anlamlı bir farklılık yaratmadığı görülmektedir. Bu durumda kontrol grubunda yapılan mevcut öğretim yöntemine dayalı dersler öğretmen adaylarının dikkatini çekmekte yeterince başarılı olamamıştır. Mevcut öğretim yönteminin soyut kavramların yapılanması ve alternatif kavramların giderilmesinde etkili olduğu söylenemez (CORD, 1999a; Özmen vd., 2009b; Tezci ve Gürol, 2001; Westbrook ve Marek, 1991). Ancak REACT ile 5E grubunun son test puanları arasında anlamlı farklılık olmadığından REACT stratejisi veya 5E modeli asit ve bazlar konusunda kavramsal anlamada birbirinden daha üstündür sonucuna ulaşamayabilir. Bunun sebebi her iki yöntemde de kullanılan materyal ve örneklerin günlük yaşamdan alınmış olması olabilirken, REACT stratejisinde kavramların bir bağlam dahilinde öğretilmeye çalışılması REACT stratejisine bir üstünlük sağlamamıştır.

Şekil 23'te (s.119) testin A bölümünde ön-son test puanları arasındaki yüzde değişimlerine göre ise en fazla kavramsal öğrenme kontrol grubunda gerçekleşmiş olup, Şekil 24 (s.127) ve 25'e (s.136) göre testin B ve C bölümünde ise 5E grubunda

gerçekleşmiştir. Testten elde edilen doğru cevap grafikleri (Şekil 23-25) bir bütün olarak değerlendirildiğinde, 5E grubu diğer gruplardan daha başarılı bir performans sergilemiştir. Bunun sebebi ise 5E grubunda hem günlük yaşamla ilişkili materyaller yardımıyla öğretimin gerçekleştirilmesi hem de öğretmen adaylarının alışkın oldukları şekilde öğretmenin açıklamalar yaptığı bir basamak olan açıklama basamağının bulunması olabilir.

Testte sınanan alternatif kavramlar haricinde öğretmen adaylarında tespit edilmiş olan materyallerin veya öğretimin sebep olduğu alternatif kavramlar Tablo 56’da gösterilmiştir.

Tablo 56. Çalışmada tespit edilen ve materyallerin veya öğretimin sebep olduğu alternatif kavramlar

Alternatif kavramlar	Son Test	Gecikmiş Test
Asit-baz tepkimelerinde tuz oluşması için tepkimeye girenlerin biri kuvvetli, diğeri zayıf olmalıdır.	5E ve Kontrol	REACT
Sadece nötr tuzlar hidroliz olur.	5E ve Kontrol	REACT
Nötr ortamlar elektriği iletmez.	5E ve Kontrol	-
Tuz elektriği iletmez.	-	5E
Madde yoğunluğundan dolayı elektrik iletkenliği kaybolur.	-	Kontrol

Tablo 56’ya göre “asit-baz tepkimelerinde tuz oluşması için tepkimeye girenlerin biri kuvvetli, diğeri zayıf olmalıdır” ve “sadece nötr tuzlar hidroliz olur” alternatif kavramları REACT grubunda gecikmiş testte, 5E ve kontrol grubunda ise son testte öğretmen adaylarında tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının “tuz oluşumu için tepkimeye girenlerin biri kuvvetli, diğeri zayıf olmalıdır” alternatif kavramı hidroliz konusunun tam olarak anlaşılmamış olmasından kaynaklanabilir. Bir tuzun hidroliz olabilmesi için en az bir bileşenin zayıf olması gerektiğini öğretmen adayları tuzların oluşumuna da yorumlamış olabilirler. Ayrıca öğretmen adaylarının “sadece nötr tuzların hidroliz olabileceği” alternatif kavramı da “bütün tuzların nötr olduğu” (Demircioğlu, Özmen ve Ayas, 2004) ve “hidroliz olabildiği” düşüncelerinden kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca “nötr ortamlar elektriği iletmez” alternatif kavramı 5E ve kontrol grubunda son testte ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi öğretmen adaylarının asitlerin elektriği iletmediği düşünceleri olabilir. Ayrıca “tuz elektriği iletmez” alternatif kavramı 5E grubunda gecikmiş testte ortaya çıkmıştır ve bunun sebebi de yine asitlerin elektriği iletmediği ve tuzların nötr olmalarından dolayı elektriği iletmemeyecekleri düşüncesi olabilir. Nitekim öğretmen adaylarının “tuzlar ancak nötr

olabilir” alternatif kavramına sahip olmaları bu durumu göstermektedir. Kontrol grubunda gecikmiş testte ortaya çıkan “madde yoğunluğundan dolayı elektrik iletkenliği kaybolur” alternatif kavramı ise öğretmen adaylarının çok yoğun ortamlarda iyonların hareket edecek alan bulamayacakları düşünceleri olabilir. Bu alternatif kavramların son ve gecikmiş testte ortaya çıkmalarının sebebi öğretmen adaylarının geçen zaman içinde kavramsal yapılanmalarını tamamladıkları ve bu yapılanmanın da bazı alternatif anlamaları beraberinde getirmesi olabilir. Ayrıca bilindiği gibi alternatif kavramlar düşünce sisteminin bir parçası olmaları sebebiyle birbirleriyle sürekli etkileşim halindedirler (Çalık, 2003; Özseveç, 2007). Bu durumda öğretmen adaylarında mevcut olan alternatif kavramlar yeni alternatif kavramların oluşmasına yol açmış olabilir.

#### 4.1.2. Asit ve Baz Kavramıyla İlgili Tartışma

Tablo 33’e göre (s.138-141) öğretmen adayları “H içeren maddeler asit, OH içeren maddeler ise bazdır” gibi alternatif kavramlara sahiplerdir (Canpolat vd., 2004; Çetingül ve Geban, 2005; Nakhleh ve Krajcik, 1994; Üce ve Sarıçayır, 2002; Tamer, 2006; Yahşi, 2006). Öğretmen adaylarının asit ve bazın tanımını bu şekilde ifade etmelerinin sebebi asit ve bazların birçoğunda H ve OH’ın bulunması ve kitaplarda da verilen örneklerin çeşitlendirilmemesi, bir diğer ifadeyle H veya OH içermediği halde asit veya baz olan madde örneklerinin ders kitaplarında fazla yer almaması olabilir. Tablo 33’e göre REACT ve 5E grubundaki öğretmen adaylarının bu alternatif kavramı gidermede önemli ölçüde yol kat etmelerine rağmen tamamıyla giderememelerinin sebebi bazı alternatif kavramların yapılandırmasının uzun zaman alabileceği olabilir (Çalık, 2006). Nitekim REACT grubundaki öğretmen adayları kavram testinde gösteremedikleri başarıyı bir süre sonra gerçekleştirilen klinik mülakatlarda göstermişlerdir. Örneğin Tablo 34’e (s.147) göre OD’lerden R5 “Asit suda çözüldüğünde ortama  $H^+$  iyonu veren maddedir. Baz suda çözüldüğünde ortama OH iyonu veren maddedir. Turnusol kağıdı maviden kırmızıya dönüşüyorsa asit, kırmızıdan maviye dönüşüyorsa baz olur” ifadesiyle tam anlama kategorisinde değerlendirilen bir ifade kullanmıştır. Bu alternatif kavramın giderilmesinde 5E grubunun diğer gruplara göre daha başarılı olmasının sebebi 5E modelinin açıklama basamağında öğretmen adayları için yapılan açıklamaların ve verilen örneklerin etkili olması olabilir (Demircioğlu, 2003; Kılavuz, 2005; Yaman, Demircioğlu ve Ayas, 2006).

Öğretmen adaylarının sahip olduğu bir diğer alternatif kavram Tablo 33'ten (s.138-141) görüldüğü üzere, “asitlerin elektriği ilettiği ve bazların elektriği iletmediğidir” (Çetingül ve Geban, 2005; Tamer, 2006; Yahşi, 2006). Bunun sebebi öğretmen adaylarının asitlerin elektrik iletkenliğini sahip oldukları  $H^+$  iyonuna bağlamaları olabileceği gibi “asit ve bazların birbirinin tersi özelliklere sahip olmaları” alternatif kavramına sahip olduklarından asitler elektriği ilettiğine göre bazların iletemeyeceği düşüncesi de olabilir. Bu alternatif kavramın yapılan etkinlikler neticesinde REACT, 5E ve kontrol gruplarında tamamıyla giderilmese de önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Bu alternatif kavramın tam olarak giderilememesinin sebebi öğretmen adaylarının pozitif yüklü iyonların elektrik iletkenliğinde daha aktif olduğunu düşünmelerinden kaynaklanıyor olabilir (Çalık, 2006). 5E grubu öğretmen adayları bu alternatif kavramın giderilmesinde diğer gruplardan daha başarılı olmuştur. Klinik mülakattan (Tablo 43, s.156) görüldüğü gibi, 5E grubu öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun kısmen anlama kategorisinde cevap vermeleri ve testte de diğer öğretmen adaylarından daha başarılı olmaları yapılan etkinliklerin bu alternatif kavramın giderilmesinde diğer gruplara oranla 5E grubunda daha etkili olmasıyla açıklanabilir. Bunun sebebi 5E grubunda açıklama basamağında gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra derinleşme basamağında öğretmen adaylarının asit-baz kuvvetliliği ve elektrik iletkenliği hakkında yapmış oldukları deney olabilir. Böylece açıklama basamağında önce teorik olarak asit-baz kuvvetliliği hakkında bilgi edinen öğretmen adayları yaptıkları “Asit ve bazların kuvvetliliğinin elektrik iletkenliği ile belirlenmesi” isimli deneyle de bu bilgilerin zihinlerinde iyice yapılanmasını sağlamış olabilirler. Nitekim Tablo 43'e (s.156) göre, OD'lerden B8, “*asit ve bazların ikisinin de suda elektriği ilettiğini, çünkü ikisinin de iyonlaştığını*” belirtmiştir. Aynı şekilde REACT grubunda da tecrübe etme basamağında öğretmen adaylarının “Asit ve bazların kuvvetliliğinin elektrik iletkenliği ile belirlenmesi” isimli deneyi yapmış olmaları bu alternatif kavramın giderilmesinde etkili olmuş olabilir. Ancak bu alternatif kavram başka alternatif kavramın oluşumuna sebep olmuş olabilir. Çünkü REACT grubu öğretmen adaylarının “asitler ve bazlar aynı şekilde elektriği iletir” alternatif kavramını gösterme oranları “bütün asitlerin molekül yapıları aynıdır” alternatif kavramıyla birlikte artış göstermiştir. Böylece yapılan öğretim sonucu asit ve bazların elektriği ilettiği düşüncesine sahip olan öğretmen adayları bütün asitlerin molekül yapısının aynı olmasından dolayı bu iletkenliğin asit ve bazlarda aynı şekilde olduğu düşüncesine kapılmış olabilirler. Kontrol grubunda mevcut öğretim yoluyla yapılan öğretimde öğretmen adaylarının bu alternatif kavramı giderme oranları

REACT grubundan daha fazla olmuştur. Bunun sebebi kontrol grubundan bir öğretmen adayının bu konu ile ilgili görüşlerini paylaşmış olması olabilir. Öğretmen adayı lisede kimya dersinde proje ödevi olarak asit ve bazların elektrik iletkenliğini deney yoluyla gösterdiğini anlatması sınıftaki diğer öğretmen adaylarının ilgisini çekmiş olabilir. Nitekim “asit ve bazlar elektriği iletmez” alternatif kavramının en fazla giderildiği grubun kontrol grubu olması da bunu göstermektedir.

Tablo 33’te (s.138-141) görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu “meyvelerin bazik olduğu” veya “nötr olduğu” gibi alternatif kavramlara sahiplerdir (Çetingül ve Geban, 2005; Ross ve Munby, 1991; Tamer, 2006; Yahşi, 2006). Benzer şekilde Tablo 44’ten (s.157) de görüldüğü gibi klinik mülakatta meyvelerin bazik özellik gösterdiğini düşünen ÜD’lerden R13 bunun sebebi olarak asitlerin yakıcı olmasını göstermektedir (Çetingül ve Geban, 2005; Nakhleh ve Krajcik, 1994; Özmen vd., 2009a; Ross ve Munby, 1991; Tamer, 2006; Yahşi, 2006). Hatta öğretmen adayları toprak asidik olsaydı ürünleri de yakabileceği düşüncesiyle “toprakta ürün yetişebildiğine göre asidik değildir” alternatif kavramına da sahip olduklarını göstermişlerdir. Yapılan etkinlikler neticesinde öğretmen adayları bu alternatif kavramı tamamıyla giderememişlerdir. Bunun sebebi ise öğretmen adaylarında yerleşmiş olan asitlerin yakıcı ve zararlı olduğu ve dolayısıyla yenemeyeceği yönündeki köklü inanışları olabilir. Bu durum öğretmen adaylarının günlük hayattaki deneyimlerinin bir sonucu olabileceği gibi (Demircioğlu, Özmen ve Ayas, 2004), medyada çıkan bu tür haberler de bu inanışın devam etmesini sağlıyor olabilir. Ayrıca günlük hayatta sahip olunan bilgiler ve kavramlar bilimsel olanlara göre daha öncelikli olarak akla gelir (Ross ve Munby, 1991). Böylece öğretmen adaylarının sahip olduğu bu alternatif kavramın artan deneyimleri sonucu gittikçe güçlenmesi veya uzun süre alternatif kavramı değiştirmeye yönelik bir müdahalenin yapılmaması onların daha fazla dirençli olmasına neden olmuş olabilir.

Tablo 33’e (s.138-141) göre, öğretmen adayları asit-baz tanımları hakkında net bir bilgiye sahip olmadıkları gibi bu tanımları kendi içinde de karıştırmaktadırlar (Carr, 1984; Furió-Más, Calatayud, Jenaro Guisasola, ve Furió-Gómez, 2005). Mülakatta öğretmen adaylarına yöneltilen soruda Tablo 35’te (s.148) de bu durum görülmektedir. Örneğin ÜD’lerden R13 “*Arrhenius’da  $H^+$  alan asit, hidroksit veren de yani hidroksit bulunduran da bazdır. Bronsted-Lowry’de elektron veren baz, alan asit. Lewis’te asit bir baz bir diyorduk. Yani asit bazları karşılıklı ayrıştırıyorduk. Sonra Lewis tuzu oluşuyordu*” şeklinde açıklama yaparak asit-baz tanımları hakkında alternatif kavramlı bilgilere sahip

olduğunu göstermektedir. Kontrol grubundaki bütün öğretmen adayları Arrhenius ve Bronsted-Lowry asit-baz tanımını duymadıklarını ifade etmelerinin yanı sıra AD'lerden K20 "*Lewis tanımını da molekülün sahip olduğu noktalar*" olarak yorumlamıştır. Öğretmen adaylarının Lewis asit-baz tanımını ifade edememelerinin sebebi Lewis'i elektron nokta formülleri ile bağdaştırmalarından kaynaklanabilir. REACT grubu öğretmen adaylarından R11 (ÜD) ise "*Arrhenius asit-baz tanımını molekülün sahip olduğu H veya OH*" olarak değerlendirmiştir. Bronsted-Lowry asit-baz tanımını 5E grubundaki öğretmen adaylarından B25 (ÜD) "*Bronsted-Lowry'ye göre H<sup>+</sup> iyonu alanlara asit OH iyonu alanlar bazdı*" şeklinde açıklamıştır. Bu alternatif kavram yapılan etkinlikler neticesinde hiçbir grupta giderilemediği gibi daha da pekişmiştir. Öğretmen adaylarının asit-baz tanımlarını birbirine karıştırmaları ve bu tanımlara yeterince hakim olamamalarının sebebi bu tanımların ders kitaplarında aşama aşama değişiminin yeterince açıklayıcı olarak sunulmaması olabilir (Furió-Más vd., 2005). Asit-baz tanımları zamanla mevcut problemleri çözemediği için değişime uğramıştır. Bilimsel bir paradigma işlemez hale geldiğinde değiştirilebilir (Kuhn, 1970). Ancak mevcut paradigmanın neden değiştiği, yeni bir paradigmayı nasıl doğurduğu, yeni paradigma ile arasındaki farklar ve yeni paradigmanın hangi sorulara cevap verdiği iyi açıklanırsa öğretmen adayları yeni modelin kullanışlı olduğunu görürler (Carr, 1984; Furió-Más vd., 2005). Bu alternatif kavramın giderilememesinde etkili olan bir diğer sebep de öğretmen adaylarının konuya karşı duydukları ilgisizlik olabilir. Nitekim REACT grubundan bir öğretmen adayı yapılan informal görüşmelerde, bu isimleri akılda tutmanın zor olduğunu ve isimlerle ilgilenmediklerini, neticede önemli olanın asit ve bazın tanımı olduğunu ifade etmiştir.

Asit ve baz kavramıyla ilgili öğretmen adayları cevapları üst, orta ve alt gruba göre değerlendirildiğinde, vermiş oldukları cevapların kavramsal anlama düzeylerine göre değişkenlik göstermediği görülmüştür. Nitekim Tablo 34'e (s.147) göre ÜD'lerin dördü TA düzeyindeyken, Tablo 35'e (s.148) göre ÜD'lerin üçü AKA düzeyinde sınıflandırılan cevaplar vermişlerdir. Bunun sebebi ise asit ve baz kavramıyla ilgili öğretmen adaylarının küçük yaşlardan beri sahip oldukları fikirlendir. Zamanında müdahale edilmediği için bu konudaki alternatif kavramlar yapılan öğretimle bir miktar düzelmiş bile olsa üzerinden zaman geçtikten sonra tekrar geri gelmişlerdir. Bu da öğretmen adaylarının zihinlerine iyice yerleşmiş ve kemikleşmiş olan alternatif kavramların değişmesinin zaman alacağı anlamına gelebilir (Coştu, 2006; Çalık, 2006; Lakatos, 1970; Taber, 2001). Ayrıca ABKT'ye göre ÜD olarak belirlenen öğretmen adaylarının klinik mülakatlar esnasında OD

ve AD'lerden daha üstün cevaplar verememiş olmaları öğretmen adaylarının ABKT esnasında araştırmacının engel olmaya çalışmasına rağmen kopya çekmiş olabileceklerinden kaynaklanabilir.

#### 4.1.3. Asit – Baz Kuvvetliliği Hakkındaki Tartışma

Tablo 33'ten (s.138-141) görüldüğü gibi öğretmen adayları “asidin veya bazın kuvvetliliği H ve OH sayısına bağlıdır” yönünde alternatif kavrama sahiplerdir (Çetingül ve Geban, 2005; Köseoğlu vd., 2002; Özmen vd., 2009a; Tamer, 2006; Yahşi, 2006). Bu alternatif kavram öğretmen adaylarının hidrojen veya hidroksit sayısı arttıkça asit veya bazın kuvvetliliğinin arttığını düşünmelerinden kaynaklanabilir. Nitekim Tablo 40'ta (s.152) B16, “*Hidrojen iyonu fazla olan  $H_3PO_4$* ” ifade etmiştir. Halbuki asit baz kuvvetliliği sahip olunan hidrojen veya hidroksitle değil iyonlaşabilen hidrojen veya hidroksit iyonlarıyla ilişkilidir. Bir asit veya baz ne kadar fazla iyonlaşabilen hidrojen veya hidroksit iyonuna sahipse o kadar kuvvetlidir denebilir. Son test sonuçlarına bakıldığında hiçbir grupta bu alternatif kavramın giderilemediği yapılan öğretimin bu alternatif kavramı gidermede yeterince etkili olamamasından kaynaklanabilir (Demircioğlu vd., 2004; Toplis, 1998). Bunun sebebi öğretmen adaylarının asit ve bazlığı molekülün sahip olduğu H veya OH olarak görmelerinden ve asit veya bazların yüzde yüz oranında iyonlaştığını düşünmelerinden kaynaklanıyor olabileceği gibi alternatif kavramların değişime karşı dirençli olmasıyla da açıklanabilir (Guzzetti, 1997; Hewson ve Hewson, 2003; Schmidt, 1997). Ancak yine de 5E grubu öğretmen adayları bu alternatif kavramın giderilmesinde diğer gruplara oranla daha başarılı olmuştur. Bunun sebebi ise 5E modelinin derinleşme basamağında yer alan asit-baz kuvvetliliğiyle ilgili yapılan deney olabilir. Bu deney sayesinde öğretmen adayları elektrik iletkenliğinin sahip olunan H veya OH'a bağlı olmadığını lambaların parlaklık şiddetlerinden görmüşlerdir. Ayrıca 5E grubu öğretmen adaylarının teste göre klinik mülakatta daha başarılı olmaları ise testte daha yüzeysel cevap vermeleri ve düşünerek cevap vermeleri için zaman verildiğinde uygun çıkarımları yapabildikleri şeklinde yorumlanabilir. Bunun sebebi ise eğitim sistemindeki sınavların çoktan seçmeli sorulara dayalı olması ve böylece öğretmen adaylarının açıklama yaparak yazma ve cevaplama isteklerinin azalmış olması olabilir (Çalık, 2010).

Tablo 33'ten (s.138-141) görüldüğü gibi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu “derişik asitler seyreltik asitlerden her zaman daha kuvvetlidir” şeklinde alternatif

kavramlara sahiplerdir (Canpolat vd., 2004; Köseoğlu vd., 2002; Özmen vd., 2009a; Tamer, 2006; Üce ve Sarıçayır, 2002). Nitekim Tablo 41’de (s.153) R14, “*derişimi fazla olan daha kuvvetlidir*” diyerek bu konuda sahip olduğu alternatif kavramı yapılan etkinliklerin gidermediğini göstermiştir. Öğretmen adaylarının ön testte bu alternatif kavramı gösterme yüzdelerinin son testte artmasının sebebi B1’in de dediği gibi öğretmen adaylarının “*derslerin bir an evvel bitmesini istemelerinden ve dolayısıyla etkinliklere kendilerini verememelerinden*” kaynaklanıyor olabilir. Bunun sebebi ise öğretmen adaylarının 2 saat süren ders bloklarını genellikle 1 saat 15 dakika gibi bir sürede tamamlamaya alışkın olduklarından ve bu uygulamadaki etkinlikler dolayısıyla 2 saat süren derslerden sıkılmış olmaları olabilir.

Tablo 33’ten (s.138-141) de görüldüğü gibi öğretmen adayları “*kuvvetli asitlerin pH’ı zayıf asitlerden daha büyüktür*” düşüncesine sahiplerdir. Bu alternatif kavram da öğretmen adaylarının en çok problem yaşadığı alternatif kavramlardan biridir (Çetingöl ve Geban, 2005; Köseoğlu vd., 2002; Özmen vd., 2009a; Tamer, 2006). Öğretmen adayları kuvvetlilikle beraber pH’ın da arttığını düşünmektedirler. Ancak pH asit veya bazın şiddetini gösterdiği gibi, ters orantılıdır. Öğretmen adaylarının bu alternatif kavramı gidermelerinde en başarılı grup REACT grubu olmuştur. Ayrıca klinik mülakatta Tablo 37 (s.150) ve 38’den (s.151) de görüldüğü üzere REACT grubu öğretmen adayları diğer gruplardan daha başarılı cevaplar vermişlerdir. Örneğin R7 “*pH değeri artınca asitlik azalır*” demiş ve bunun sebebi olarak R7 ve R14 “*nötre yaklaştığı için bazlığı artar*” ifadesini kullanmışlardır. REACT grubunun bu alternatif kavramı gidermede daha başarılı olmasının sebebi yapmış oldukları pH skalası ve onun sonucunda yapmış oldukları fikir alışverişi olabileceği gibi, öğretmen adayları düşünmeye zorlandıklarında bu bilgileri daha kolay hatırlamış olmalarından da kaynaklanıyor olabilir.

Tablo 33’e (s.138-141) göre öğretmen adaylarının göstermiş olduğu “*asitler bazlardan çok daha tehlikelidir*” alternatif kavramı da yapılan diğer çalışmalar neticesinde de öğretmen adaylarının küçük yaşlardan beri sahip oldukları bir alternatif kavram olarak gösterilmiştir (Çetingöl ve Geban, 2005; Tamer, 2006). Öğretmen adaylarının bu şekilde düşüncelerinin en büyük sebebi medyada bu konuda çıkan haberler olabilir. Aslında bazlar da kuvvetli oldukları sürece asitler kadar tehlikeli olabilmektedirler. Bu alternatif kavram ön ve son testler dikkate alındığında en fazla REACT grubunda gerileme göstermiştir. Nitekim Tablo 45’ten (s.158) de görüldüğü üzere REACT grubu öğretmen adaylarından R5 “*ikisinin de kuvvetli olanı tehlikelidir*” ve R11 de “*asitlik ve bazlık*



*derecesine göre tehlikeli olmaları değişir*” diyerek diğer gruplara oranla daha fazla kavramsal öğrenmenin gerçekleştiğini göstermiştir (Çetingül ve Geban, 2005; Tamer, 2006).

Tablo 33’e (s.138-141) göre öğretmen adaylarının sahip olduğu “kuvvetli asitlerin kuvvetli bağlara sahip olduğu” alternatif kavramına literatürde de rastlanmaktadır (Canpolat vd, 2004; Özmen vd., 2009a). Aslında kuvvetli asit ve bazlar daha fazla iyonlaşabildiklerine göre daha zayıf bağlara sahiplerdir. Ancak öğretmen adayları özellikle asitlerde hidrojen iyonu bulunduğu için molekül içinde hidrojen bağlarının var olduğuna ve bu bağların da kuvvetli olduğuna inanıyor olabilirler. Nitekim “asitlik kuvveti asidin oluşturduğu H bağlarına bağlıdır” alternatif kavramına sahip olmaları da bunu göstermektedir. Bu alternatif kavramın en çok giderildiği grup 5E grubu olmuştur. Bunun sebebi, keşfetme basamağındaki “Asit ve bazların kuvvetliliğinin elektrik iletkenliği ile belirlenmesi” isimli deneyden sonra açıklama basamağında konuya değinerek “Kuvvetli asitler ve bazlar sulu çözeltilerinde tamamen iyonlaşırlar. Örneğin;  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$  Bu eşitlikteki  $\text{H}_3\text{O}^+$ ’nın hemen hemen tümünün HCl’den geldiğini söylemek mümkündür” şeklindeki gerekli açıklamaların yapılmış olması ve kuvvetli asit ve bazlara örnek verilmesi etkili olmuş olabilir. Öğretmen adaylarının mutlaka bir açıklamaya ihtiyaç duymaları alışkın oldukları eğitim sisteminde genellikle dinleyici konumunda bulunmalarından kaynaklanabilir.

Asit-baz kuvvetliliği hakkındaki öğretmen adayları cevapları değerlendirildiğinde, verilmiş olan cevapların üst, orta ve alt düzeye göre değişkenlik göstermediği belirlenmiştir (Örneğin Tablo 41, s.153). Bu durumun sebebi öğretmen adaylarının bazı alternatif kavramlar için sahip oldukları köklü inanışların kavramsal anlama düzeyleri ne olursa olsun kolay değişmeyeceği olabilir (Demircioğlu vd., 2004; Toplis, 1998). REACT ve 5E grubundaki öğretmen adaylarına asit-baz kuvvetliliği ile ilgili yapılan deneyde asit-baz kuvvetliliğinin molekülün sahip olduğu H veya OH sayısına bağlı olmadığı gösterilse de öğretmen adayları yine de derinde yerleşmiş olan H veya OH sayısı arttıkça asit veya bazın kuvveti artar düşüncesinden kurtulamamışlardır. Bu durumun sebebi alternatif kavramların düşünce sisteminin bir parçası olması sebebiyle diğer düşüncelerle sürekli etkileşim halinde olmasıyla ilgili olabilir (Çalık, 2003; Özsevgeç, 2007). Bu durumda değişime direnç gösteren alternatif kavramın yerini bilimsel gerçeklerle değiştirmesinin zor ve zaman alıcı olacağını göstermektedir.

#### 4.1.4. pH ve pOH Kavramları Hakkındaki Tartışma

Tablo 33'e (s.138-141) göre, öğretmen adayları "pH=0'da asitlikten veya baziklikten söz edilemez" gibi bir alternatif kavrama sahiplerdir (Çetingül ve Geban, 2005; Tamer, 2006). Öğretmen adaylarının bu alternatif kavrama sahip olmalarının nedeni, pH=0 durumunda ortamda çözünmüş "H<sup>+</sup> veya OH<sup>-</sup> iyonunun bulunmadığı veya eşit sayıda bulunduğu düşüncesi" olabileceği gibi pH=0 durumunu matematiksel olarak zihinlerinde canlandıramamalarından veya hesaplayamamalarından, pH ile H<sup>+</sup> konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi kuramamalarından kaynaklanabilir (Banerjee, 1991). Bu alternatif kavramın giderilmesinde en başarılı grup 5E grubu olup, bunun sebebi, 5E grubunda açıklama basamağında sınıfça çözümlenip tartışılan pH ile ilgili problemler olabilir. REACT grubu öğretmen adayları ise son testte ön teste oranla aynı alternatif kavramı daha fazla göstermişlerdir. Bunun sebebi öğretmen adaylarının testteki sorular ilerledikçe testteki sorulara cevap yazmaktan sıkılmış olmaları olabilir.

Tablo 33'e (s.138-141) göre, öğretmen adayları "pH=0 olduğunda ortamda H<sup>+</sup> iyonları bulunmadığından çözelti baziktir" yönünde bir alternatif kavrama sahiplerdir. Öğretmen adaylarının bu şekilde düşünmelerinin sebebi pH ile ilgili verilen örneklerin hep pH=1'den başlaması olabilir. Nitekim öğretmen adaylarının "suyun pH'ının da 1 olduğunu" düşünmeleri bu durumun sonucu olabilir. Dolayısıyla pH=0 durumunun öğretmen adayları tarafından düşünülüp analiz edilmemiş olması, ayrıca pH'ta gösterilen H'nin hidrojen iyon sayısını temsil ettiğini sanmaları da bu alternatif kavramın oluşmasına sebep olmuş olabilir. Bu alternatif kavramın giderilmesinde en başarılı grup 5E grubu olmuştur. Bunun sebebi 5E grubu öğretmen adaylarının ön testten sonra araştırmacıya pH=0 durumunun ne anlama geldiğini sormaları ve araştırmacının da araştırmaları gerektiğini söylemesi neticesinde araştırmalarından kaynaklanmış olabilir.

Tablo 33'e (s.138-141) göre öğretmen adayları "pH ile pOH arasında ilişki yoktur" şeklinde bir alternatif kavrama sahiplerdir (Canpolat vd., 2004; Yahşi, 2006; Tamer, 2006; Köseoğlu vd., 2002). Öğretmen adaylarının bu şekilde düşünmelerinin sebebi H'nin asitliği, OH'ın ise bazlığı gösterdiği yönündeki inanışları olabilir. Nitekim öğretmen adaylarının "pOH asitlik ölçüsü olamaz" alternatif kavramına sahip olmaları bunu göstermektedir. Bu alternatif kavramın giderilmesinde REACT grubu öğretmen adayları diğer gruplara oranla daha başarılı bulunmuştur. REACT grubunun daha başarılı olmasının sebebi REACT grubundaki öğretmen adaylarının konu ile ilgili anlatımları kendilerinin

yapmalarından dolayı, bunu ders esnasında detaylı bir biçimde diğer arkadaşlarıyla tartışmış olmalarından kaynaklanabilir. Nitekim, Tablo 39'a (s.152) göre R14 "*İlişki var. Çünkü asitlik arttıkça bazlık azalır*" demiştir. Ayrıca R13 de "*pH+pOH=14 olması lazım*" diyerek alternatif kavramı kısmen giderdiklerini göstermişlerdir.

pH ve pOH kavramları hakkındaki öğretmen adayları cevapları üst, orta ve alt gruba göre değerlendirildiğinde, vermiş oldukları cevapların kavramsal anlama düzeylerine göre değişkenlik göstermediği görülmüştür. Bu durumun sebebi öğretmen adaylarının testteki sorulara samimi cevaplar vermemelerinden kaynaklanabileceği gibi, her ne kadar araştırmacı müsaade etmese de bazı öğretmen adaylarının test esnasında birbirlerinden kopya çekmiş olma ihtimalleri de mevcuttur. Ancak öğretmen adaylarına samimi bir ortamda sorular direkt olarak yöneltildiğinde daha doğru sonuçlar elde edilmiş olabilir. Nitekim Tablo 36'ya (s.149) göre ÜD'lerden iki öğretmen adayı KA düzeyinde sınıflandırılan cevaplar vermişken, AD'lerden de iki öğretmen adayı yine aynı kategoride sınıflandırılan cevaplar vermiştir. Bu durum göstermektedir ki öğretmen adayları birbirlerinden etkilenmeden ve açıklamalı cevaplar yazmadıkları durumlarda kavramsal anlama düzeylerinden bağımsız olarak TA, KA veya AKA düzeyinde cevaplar verebilmişlerdir.

#### 4.1.5. Asit – Baz Tepkimeleri Hakkındaki Tartışma

Tablo 33'ten (s.138-141) görüldüğü gibi öğretmen adayları "asit-baz tepkimelerinin hepsi nötr ortamla sonuçlanır" gibi alternatif kavramlara sahiplerdir (Çetingül ve Geban, 2005; Köseoğlu vd., 2002; Tamer, 2006; Yahşi, 2006). Öğretmen adaylarının bu alternatif kavrama sahip olmaları asit ve bazların kuvvetli veya zayıf özellikler gösterebildiklerini göz ardı etmelerinden kaynaklanıyor olabileceği gibi "asit ve bazların birbirinin tersi özellikler gösterdiğini" ve dolayısıyla birbirlerini her zaman nötrleştirecekleri düşüncesinden de kaynaklanabilir. Ayrıca öğretmen adayları "kuvvetli asitlerle sadece kuvvetli bazların tepkimeye girebileceği" (Tablo 33, s.138-141) düşüncesine sahip oldukları için her zaman nötrleşmenin gerçekleşeceğini de düşünüyor olabilirler. Yapılan öğretim ve etkinlikler neticesinde bu alternatif kavramı gidermede en başarılı grup 5E grubu olmuştur. Tablo 46'dan (s.159) da görüldüğü gibi 5E grubu öğretmen adaylarının tamamı kısmen anlama kategorisinde cevap vermişlerdir. Örneğin B5 "*tepkimeye sokarsak kullanılan miktarlara bağlı eğer daha fazla asit varsa asidik ortam oluşur ama eşit bir*

*şekilde birbirini nötrlemiş şekilde ise tuz oluşur ve su meydana gelir ama kullanılan ölçümler önemlidir”* diyerek konuyu kısmen kavradığını göstermiştir. Bu alternatif kavramı gidermede 5E grubunun diğer gruplardan daha başarılı bir performans göstermesi derinleşme basamağında öğretmen adaylarına dağıtılan hidroliz kavramsal değişim metninde bu konuya ayrıca değinilerek asit veya bazın hangisi kuvvetliyse çözelti onun özelliğini taşıy ifadesinin vurgulanmış olması olabilir.

Öğretmen adaylarının sahip olduğu bir diğer alternatif kavram da Tablo 33'ten (s.138-141) de görüldüğü üzere “bütün tuzlar hidroliz olur”dur (Çalık ve Ayas, 2005; Yahşi, 2006). Öğretmen adaylarının böyle bir düşünceye sahip olmalarının sebebi hidroliz kavramının tanımını suda çözünme ile karıştırmaları olabilir. Nitekim R11 “*hidroliz mesela tuzu suyla birlikte parçalama*” şeklinde cevap vermiştir. Bu alternatif kavramın giderilmesinde en başarılı olan grup 5E grubu olmuştur. Örneğin AD'lerden B1 ve ÜD'lerden B25 “*nötr tuzlar hidroliz olmuyordu*” diyerek bu alternatif kavramın giderilmesinde alt ve üst grupta olmanın önemli olmadığını göstermişlerdir. 5E grubunun bu alternatif kavramın giderilmesinde başarılı olmasının sebebi derinleşme basamağında öğretmen adaylarına dağıtılan hidroliz konusundaki kavramsal değişim metni olabilir.

Öğretmen adaylarının sahip olduğu bir diğer alternatif kavram da Tablo 33'ten (s.138-141) de görüldüğü üzere “H ve OH iyonlarını birlikte bulunduran moleküller nötrdür”. Öğretmen adaylarının böyle bir düşünceye sahip olmalarının nedeni H'ın asitliği, OH'in ise bazlığı temsil ettiği yönündeki inanışları olduğu gibi asit ve bazların birbirinin tersi özellik göstermelerinden dolayı birbirlerini nötrleştirdikleri hakkındaki düşünceleri de olabilir. Ön ve son teste göre bu alternatif kavramın giderilmesinde en başarılı olan grup REACT grubu olmuştur. Bunun sebebi REACT grubundaki öğretmen adaylarının kendi ders sunumları esnasında HCOOH'ın asit mi baz mı olduğu yönünde yapmış oldukları tartışma olabilir. Ayrıca 5E grubu öğretmen adaylarının bu alternatif kavramı gösterme yüzdesinin son testte artmasının sebebi ise öğretmen adaylarının testteki soru maddeleri arttıkça sorulara cevap yazmaktan sıkılmış olmaları olabilir.

Asit-baz tepkimeleri hakkındaki öğretmen adayları cevapları değerlendirildiğinde, verilmiş olan cevapların üst, orta ve alt düzeye göre değişkenlik göstermediği belirlenmiştir. Bu durumun sebebi öğretmen adaylarının alt ve orta düzeyde bulunan öğretmen adaylarının materyaller ve etkinlikler sayesinde deneyimlerini arttırdıkları ve eksik kaldıkları noktaları gidererek bilgilerini pekiştirdikleri söylenebilir. Örneğin Tablo 46'ya (s.159) göre OD'lerden altı öğretmen adayı ile AD'lerden dört öğretmen adayı bu

konudaki alternatif kavramlarını gerek yapılan etkinlikler sayesinde gerekse zaman içerisinde zihinsel dengesizliklerinin giderilmesiyle KA düzeyinde sınıflandırılan cevaplar vermişlerdir.

#### 4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Araştırmanın ikinci alt problemi olan “Yöntemlerin hangisi yeni öğrenilen kavramların uzun süreli bellekte tutulmasına daha fazla etki etmiştir?” sorusunu cevaplamak için grupların son-gecikmiş ve ön-gecikmiş testteki puanları göz önünde bulundurulmuştur.

Testten elde edilen doğru cevap grafikleri (Şekil 23-25, s.119, 127, 136) bütün bölümler için kalıcılık açısından değerlendirildiğinde, hiçbir grup birbirine bir üstünlük sağlayamamıştır denebilir. Yapılan etkinlikler ve uygulanan materyaller kavramsal değişimi belli bir oranda sağlasa da bir süre sonra bazı öğretmen adaylarının tekrar eski alternatif kavramlı anlamalarına geri döndükleri görülmüştür. Bunun sebebi ise öğretmen adaylarının günlük yaşamdaki gözlemleri ve deneyimleri sonucu edindikleri alternatif kavramlarla öğrenme ortamına gelmeleri ve bunların değişime dirençli olması olabilir (Guzzetti, 1997). Ayrıca Türkiye’deki eğitim sisteminin sınavlara dayalı olmasından dolayı öğretmen adaylarının asit ve bazlar konusunda alışkın oldukları biçimde, sunum şeklinde bilgiye ihtiyaç duymaları da etkili olmuş olabilir. Burada dikkati çeken bir nokta gecikmiş test puanlarının son test puanlarına göre artmış olmasıdır. Bunun sebebi son test ile gecikmiş test arasında geçen sürede öğretmen adaylarının final sınavına hazırlanmaları olabileceği gibi, zihinsel dengenin uzun bir süreçten sonra kurulabilmiş olmasıyla da açıklanabilir.

Tablo 48’e (s.161) göre, grupların testten aldıkları toplam puanlar göz önünde bulundurularak elde edilen bulgulara göre grupların son test ile gecikmiş test arasındaki değişim oranı oldukça azdır. Grupların ön-gecikmiş test puanları arasındaki yüzde değişimlere göre ise bütün gruplarda kavramsal değişim söz konusuysen, grupların gecikmiş testteki puanlarını ön teste göre artırmalarının sebebi öğretmen adaylarının kavramsal yapılanmalarının uzun zaman alması olabilir. Ayrıca Tablo 23’e (s.112) ve Tablo 49’a (s.161) göre yapılan kovaryans analizi neticesinde de grupların son-gecikmiş testleri arasında anlamlı fark bulunmaması da uygulanan materyallerin etkili olduğunu ve kalıcılığı sağladığını gösterir.

Tablo 48'e göre (s.161) testin bütünü göz önünde bulundurulduğunda REACT grubunun kalıcılık açısından diğer gruplara göre daha başarılı olmasının sebebi REACT grubunda ders esnasında kullanılan materyallerin günlük yaşamla ilişkili olması, öğretmen adaylarının konuyla ve günlük yaşamla ilişkili araştırma sorularını araştırarak ve konu sunumlarına hazırlanarak gelmeleri olabilir. Böylece öğretmen adayları hem günlük yaşamda karşılaşmış oldukları durumları araştırdıklarından hem de kendi sundukları dersi unutmalarının zor olması sebebiyle kalıcılıkta diğer gruplardan daha başarılı olmuşlardır. Örneğin pH değerinin yükselmesi veya düşmesi konusu öğretmen adayları için fazla bir anlam ifade etmezken, kanın pH'ının düştüğünde meydana gelebilecek olan olaylar onların ilgisini konuya çekmiştir. Bir diğer örnek de eşek arısının sokması durumunda nasıl davranacaklarını araştırdıklarında asit-baz tepkimelerine olan bakış açılarında bir değişim olmuş ve böylece öğrendikleri bilgilerin kalıcı olması sağlanmış olabilir.

Ayrıca Tablo 33'ten (s.138-141) de görüldüğü gibi alternatif kavramlar değerlendirildiğinde de kalıcılık açısından en başarılı grup yine REACT grubu olmuştur. Bu durum, kullanılan etkinlik ve materyallerin etkili olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilir. REACT grubunun kalıcılık açısından diğer gruplardan daha üstün bir başarı göstermesinin sebebi öğretmen adaylarının konuları tek bir bağlamda öğrenmeleri de olabilir. Böylece öğretmen adaylarının ilgileri tek bir bağlama yönelmiş ve onu derinlemesine araştırmış olduklarından kalıcılık daha fazla sağlanmış olabilir.

Tablo 33'e (s.138-141) göre bazı alternatif kavramlarda grupların gecikmiş testteki alternatif kavramları gösterme yüzdeleri ön testteki yüzdeyle eşit olduğundan bu alternatif kavramlar konusunda kalıcı bir bilgi edinememişlerdir denilebilir. Örneğin kontrol grubunda "H içerenler asit, OH içerenler bazdır" alternatif kavramı yapılan öğretim sonucunda bir miktar giderilmiş bile olsa gecikmiş testte tekrar bu alternatif kavramların geri geldiği gözlenmiştir (Çalık, 2006; Taber, 2001). Bunun en temel sebebi öğretmen adaylarının öğrenmiş oldukları alternatif kavramları üzerinden belli bir süre geçince unutmuş olmaları veya alternatif kavramların değişime direnç göstermesiyle açıklanabilir. Başka bir ifadeyle, öğretmen adaylarının zihinlerindeki fikirler birbirleriyle rekabet halinde olup, diğer fikirlerden baskın olan kemikleşmiş alternatif kavramların değişimi oldukça zordur. Ancak değişime yatkın olan alternatif kavramlar (soft-core) bu zihinsel rekabet ortamında baskın olamadıklarından değişimleri daha kolay gerçekleşebilir (Lakatos, 1970).

Tablo 33'e (s.138-141) göre dikkati çeken bir diğer nokta da grupların son testte göstermiş oldukları alternatif kavramları gösterme yüzdelerinin gecikmiş testten daha yüksek olmasıdır. Bunun en önemli sebebi öğretmen adaylarının bilgiyi kısa sürede yapılandıramadıklarının ve uygulamalardan sonra da bilgiyi yapılandırma işleminin devam etmesiyle (Coştu, 2006; Çalık, 2006) açıklanabileceği gibi öğretmen adaylarının son test ile gecikmiş testin uygulanması arasına denk gelen final sınavlarına hazırlanmış olmaları da etkili olmuş olabilir.

Tablo 33'e (s.138-141) göre bazı alternatif kavramlar ise yapılan etkinlik ve uygulamalar neticesinde giderilmemiş ve gecikmiş testte daha da pekişmiştir. Örneğin "toprakta ürün yetişebildiğine göre asidik değildir" alternatif kavramı öğretmen adaylarında giderilemediği gibi kalıcılığında da söz etmek mümkün değildir. Bunun sebebi öğretmen adaylarında yerleşmiş olan "asitler zararlıdır, yakıcıdır" düşüncesidir. Bir diğer örnek de "H<sub>2</sub>O çözücü olarak kullanıldığına göre asit veya baz gibi davranamaz" alternatif kavramıdır. Öğretmen adaylarının bu alternatif kavramı giderememelerinin sebebi suyu içecek olarak sürekli kullanıyor olmamız ve asit ve bazları zararlı olarak görmeleri olabilir. Değişime yatkınlığı düşük olan ve öğretmen adayları tarafından iyice yapılandırılan bu alternatif kavramların değişimi kolay değildir (Lakatos, 1970). Ayrıca öğretmen adaylarının çevrelerinden de etkilenmiş olması bu alternatif kavramın daha da pekişmesini sağlamış olabilir.

Genel anlamda grupların üçünde de bazı alternatif kavramlarda kalıcılık söz konusuysen, yine de tamamen bir değişimden söz etmek mümkün değildir. Bu durumda kavramsal değişimin sonucunda öğretmen adaylarının fikirlerinin tamamıyla değiştirilemediği gözlenmiştir (Guzzetti, 1997). Bunun sebebi de kemikleşmiş ön düşüncelerin değişime yatkın olmaması olabileceği gibi alternatif kavramların tek bir noktadan kaynaklanmadığı ve yapılan öğretimin sadece araştırmacıdan kaynaklanan alternatif kavramları etkilemesi olabilir.

### **4.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma**

Araştırmanın üçüncü alt problemi "REACT, 5E ve mevcut öğretim stratejisinden hangisi öğretmen adaylarının tutum ve deneyimlerini daha fazla etkilemiştir?" şeklindedir. Bu alt problemi cevaplayabilmek için KTDA'den elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

Yapılan tek faktörlü varyans analizi neticesinde Tablo 51'e göre (s.160) grupların ön tutum puanları arasında istatistiksel anlamda bir farklılık bulunmadığı görülmektedir ( $F=,4$ ;  $p>.01$ ). Bu durum, grupların öğrenme ortamına gelirken hemen hepsinin aynı duygu ve düşüncelerle geldiğini ve kimya dersine karşı benzer tutum ve deneyimlere sahip olduklarını gösterir.

Tablo 50'ye göre (s.162) grupların son tutum testi puanları ön tutum puanlarına göre daha düşük çıkmıştır. Tablo 51'e göre (s.163) yapılan tek faktörlü varyans analizi neticesinde son tutum testleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaması, grupların hiçbirinde kimyaya karşı olumlu veya olumsuz bir tutum veya deneyim geliştirilemediğinin bir göstergesidir. Bütün grupların tutum puanlarının düşük çıkması ilginç olmakla beraber, öğretmen adaylarının yapılan uygulamalardan ve testlerden sıkıldıklarının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Öğretmen adaylarının etkinlikler boyunca sürekli asit ve bazlar konusunun işlenmesinden ve çalışma yaprağı gibi kağıtların doldurulmasından sıkıldıkları R14'ün açıklamasından da anlaşılmaktadır. R14'e göre her hafta asit-baz konusunun işlenmesi ve etkinliklere dair kağıtların doldurulması çok sıkıcıdır. Bu sebeple kendinin ve arkadaşlarının derslere önem vermeden geldiklerinden bahsetmiştir. Öğretmen adaylarının yapılan etkinlikleri sıkıcı bulmalarının sebebi bilgiyi hazır almaya alışmış olmaları olabilir. Bu durumda araştırma yapmak, açıklamalı cevaplar yazabilmek için düşünmek onlara zor gelmiş olabilir.

Tablo 50'ye göre (s.162) gecikmiş tutum testi bulgularına göre bütün grupların tutum puanlarında bariz bir düşüş olmuştur. Tablo 52'ye göre (s.163) ise grupların gecikmiş tutum testleri arasında istatistiksel anlamda bir farklılık bulunmazken, grupların ön tutum ile gecikmiş tutum testi arasındaki önemli puan kaybı öğretmen adaylarının kimya dersine olan bakış açılarının olumsuz yönde etkilendiğinin göstergesidir. Bu durumun sebebi yapılan uygulamalardan sonra tekrar eski tarzda bilginin hazır şekilde sunulduğu derslerle devam edilmesi öğretmen adayları için bir tezat oluşturmuş olabilir. Bu durumda öğretmen adaylarının gecikmiş tutum testi puanlarında meydana gelen düşüş uygulamadan sonra tekrar mevcut yöntemle öğrenim görmelerinden kaynaklanabilir (Özsevgeç, 2007).

Ancak literatürde öğretmen adaylarının tutumlarını olumlu yönde etkilemiş 5E modeline dayalı çalışmaların fazlalığı dikkat çekicidir (Örneğin, Burhan, 2008; Gerber, Cavallo ve Marek, 2001; Gökçek, 2007; Özsevgeç, 2007). Bununla beraber literatürde fenin/fiziğin/kimyanın günlük yaşamla ilişkilendirilmesinin öğretmen adayları tutumuna olan olumlu etkisinden (Akpınar, 2009; Bennett vd., 2002, 2005; Bennett, Hogarth ve



Lubben, 2003; Graber, Erdmann ve Schlieker, 2002) ve bağlam temelli yaklaşımın öğretmen adaylarının ilgi ve motivasyonlarını artırmada oldukça etkili olduğundan da sıkça bahsedilmektedir (Bennett ve Lubben, 2006; Demircioğlu, Demircioğlu ve Ayas, 2006, Demircioğlu vd., 2009). Literatürdeki bu sonuçlar araştırmanın sonuçlarıyla örtüşmemektedir. Çünkü bu araştırmadan elde edilen sonuçlar öğretmen adaylarının tutum ve deneyimlerinin REACT stratejisiyle veya 5E modeliyle olumlu yönde gelişmediği yönündedir. Bunun sebebi öğretmen adaylarının mevcut öğretimde sürekli yerlerinde oturarak, pasif durumda olmalarından ve dolayısıyla ders için bir çaba veya hazırlık yapmalarına gerek kalmadan sınıfa gelmelerinin daha kolay olmasından kaynaklanmış olabilir. REACT stratejisinin ve 5E modelinin uygulandığı sınıflardaki öğretmen adayları ders için sürekli hazırlık yaparak gelmek durumunda olduklarından etkinliklerden sıkılmış olabilirler. Nitekim B16 derse sürekli hazırlıklı gelmenin öğretmen adayları açısından sıkıcı olduğunu ve bazı arkadaşlarının dersin bir an önce bitmesini istediklerini belirtmiştir. Ayrıca bütün gruplarda aynı araştırmacının hem Genel Kimya Laboratuvarı dersine girmesi, hem de etkinliklere katılması öğretmen adaylarının tutumlarını olumsuz yönde etkilemiş olabilir (Pabuçcu, 2008). Ayrıca tutumun olumlu yönde geliştiği çalışmaların birçoğunda kullanılan tutum ölçeği güncel olmamakla birlikte öğretmen adaylarının alışkın olduğu 5'li Likert tipinde hazırlanmıştır. Bu çalışmada Geban vd. (1994)'nin hazırlamış olduğu ölçek de pilot uygulamada kullanılmış olup, öğretmen adaylarının tutumlarının uygulamalardan sonra olumlu yönde geliştiği sonucuna varılmıştır. Ancak asıl uygulamada daha güncel ve teorik altyapısının daha güçlü olduğuna inanılan Dalgety vd., (2003) tarafından geliştirilen tutum ve deneyimler ölçeği kullanıldığında öğretmen adaylarının tutum ve deneyimlerinin olumlu yönde gelişmemiş olduğu görülmüştür. Bunun sebebi kullanılan tutum ölçeğinin farklı tarzda hazırlanmış olması olabileceği gibi öğretmen adaylarının tutumlarının olumlu yönde etkilenmesinin 8 saat (4 hafta) gibi kısa bir zaman diliminde gerçekleşmemiş olması da olabilir (Kılavuz, 2005). Ancak bu çalışmada deneyimin tutumu geliştirilmede önemli bir rolü olduğunun ortaya çıkarılmasına rağmen, gerekli tutum değişimi için 4 hafta gibi bir sürenin sınırlılıklara sahip olduğu söylenebilir. Nitekim, öğretmen adayları uzun bir süredir öğretmeni bilgi kaynağı olarak gördüklerinden, aktif öğrenme sürecine alışmak ve adapte olmak zor gelmiş olabilir. Ayrıca sürekli heyecan, aktiflik ve araştırma üzerine kurgulanan bir öğretim onları yormuş veya sıkılmış da olabilir. Bu durum aktif öğrenmeye dayalı yöntem ve tekniklerin kullanıldığı öğrenme ortamlarına karşı bir süre sonra öğretmen adaylarının direnç göstermelerine neden olabilir (Özsevgeç, 2007).

#### 4.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Öğretmen adaylarının anlama seviyelerine göre (üst, orta ve alt düzey) REACT stratejisi ve 5E modelinin etkililiği hakkındaki düşünceleri nelerdir?” şeklindedir. Bu alt problemi cevaplayabilmek için deney gruplarının mülakat sorularının ikinci bölümüne vermiş oldukları cevapların analizi yapılmış ve bu bölümde yorumlanmıştır.

Mülakatın ilk sorusu için Tablo 55’e göre (s.165) öğretmen adayları bağlam temelli yaklaşımla veya yapılandırmacı öğrenme kuramıyla işlenen dersler hakkında çoğunlukla olumlu görüşler belirtmişlerdir. Bu durum yapılan etkinliklerin öğretmen adayları tarafından sevildiğinin ve öğretmen adaylarının olumlu düşünceler beslediklerinin bir kanıtı olabilir. Günlük yaşama dayalı etkinliklerin kullanılması öğretmen adaylarının ilgisini çekmiş olabileceği gibi, aktif olarak öğrenme ortamına katılmaları da kendilerinde başarıya duygusunun gelişmesine yardımcı olmuş olabilir. Ancak ders esnasında çok fazla aktif olmayı sıkıcı buldukları için olumsuz görüş bildiren öğretmen adaylarından REACT grubunda olanlar (R7, R14) alt düzey kavramsal anlamının gerçekleştiği gruptan, 5E grubundaki B5 alt, B16 ise orta düzey kavramsal anlamının gerçekleştiği gruptandır. Bu durumda genellikle şikayet eden grup alt ve orta düzey grubu olmuştur. Bu durum üst düzey grubunda bulunan öğretmen adaylarının öğrenme ortamındaki etkinliklerden daha fazla memnun kalmış olmalarıyla açıklanabilir. Nitekim informal görüşmelerde R11 ders esnasında sürekli yeni şeylerle karşılaşmanın çok güzel olduğundan ve hiç sıkılmadığından söz etmiştir. Öğretmen adayları klinik mülakatlarda yapılan etkinlik ve uygulamalar için genellikle olumlu görüş bildirmiş olmalarına rağmen KTDA’dan elde edilen bulgular bunun tam tersini göstermektedir. Bu durum kendi kültürümüzde yer alan “yüzüne karşı kötüyü söylememe, iyi taraflarından söz etme” gibi normlardan kaynaklanmış olabilir (Kolomuç ve Çalık, 2012). Ayrıca öğretmen adayları nasıl alternatif kavramlı bilgiyle, bilimsel açıdan doğru bilgiyi bir arada tutabiliyorlarsa (dual conception) (Gilbert vd., 1982), aynı şekilde iki düşünceyi de bir arada tutarak ikili algıya (dual perception) sahip olmuş olabilirler.

Mülakatın ikinci sorusu için Tablo 55’e göre (s.165), öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun öğretmen adayı merkezli etkinliklerden memnun kalırken, bazıları ise yerine göre öğretmen adayları ve öğretim elemanının birlikte aktif olması gerektiğinin daha iyi

olduğunu söyleyerek öğretim elemanı desteğinden mahrum kalmak istemediklerini belirtmişlerdir. Bu durum araştırmacı tarafından sınav kaygısı yaşayan öğretmen adaylarının yorumları olarak değerlendirilebilir. Çünkü bu öğretmen adayları uygulamalardan sonra araştırmacıya sık sık konuyu sunanın kendileri olduğunu, sürekli deney ve etkinlikler yaptıklarını ama konuyu öğretim elemanının anlatmadığını, sınavdaki soruların nasıl olacağını sorarak aslında öğretmen adayı odaklı etkinliklerden hoşlansalar bile sınav kaygısından bir türlü kurtulamadıkları şeklinde yorumlanabilir (Aytar, 2011). Öğretmen adaylarının bu kaygılardan kurtulamamalarının sebebi sınavdaki soruların performansa dayalı değil, bilgiye dayalı sorular olmasının yanında, soruları araştırmacının değil, dersin asıl sorumlusunun hazırlayacak olması olabilir. Öğretmen adayı merkezli etkinliklerden memnun kalan ve öğretim elemanı desteğini de gerektiğince hissetmek isteyen öğretmen adayları Tablo 55'ten de (s.165) görüldüğü gibi öğretmen adaylarının kavramsal anlama seviyelerine göre değişkenlik göstermemiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının kavramsal anlaması üst düzeyde bile olsa yine de alışkın oldukları otorite veya bilgiyi sunan imajından kurtulamadıkları şeklinde yorumlanabilir. Bunun sebebi ise öğretmen adaylarının çok uzun süredir bilgiyi öğretim elemanından hazır olarak almaları ve bunun bir anda değişmesinin onlarda bocalamaya sebep olmasından kaynaklanabilir.

Mülakatın üçüncü sorusu için, Tablo 55'e göre (s.165), öğretmen adaylarının neredeyse tamamı derslerin ileride de bu şekilde öğretmen adayı merkezli ve günlük yaşama dayalı etkinliklerle devam etmesini isterken yalnızca B5 numaralı öğretmen adayı, öğretmen adaylarının ders çalışmaya teşvik edilmesinin daha iyi olduğunu belirtmiştir. Ancak yapılan etkinliklerde özellikle REACT grubunda öğretmen adayları ders çalışmaya değil araştırma yapmaya teşvik edilmişlerdir. Günümüzde özellikle günlük yaşamla ilişkili araştırmalar yapmanın öğretmen adaylarının motivasyonunu artırmada önemli bir etken olduğu bilinmektedir (Bennett ve Lubben, 2006; Bennett, Holman, Lubben, Nicolson ve Prior, 2002, Bennett, Gräsel, Parchmann ve Waddington, 2005; Campbell, Lubben ve Dlamini, 2000). Nitekim REACT grubunda 5E grubuna göre günlük yaşamla ilgili daha fazla araştırma sorusunun varlığı ve gelen tek olumsuz cevabın 5E grubundan gelmesi literatürde yapılan çalışmalarla da uyumluluk göstermektedir. 5E grubundaki tek olumsuz cevabın sahibi olan B5 aynı zamanda alt düzey kavramsal anlamının gerçekleştiği gruptan olup, alışmış olduğu ders çalışma anlayışından uzaklaşınca başarı gösterememiş olabilir. Bu durum inançların veya alışkanlıkların değişime dirençli olmasıyla açıklanabilir.

Mülakatın dördüncü sorusu için, Tablo 55'e göre (s.165), öğretmen adaylarının 7'si (R13, R18, R14, B25, B16, B8, B19) uygulamalarda herhangi bir eksiklik görmediğini ve memnun olduklarını belirtirlerken, etkinliklerde olumsuz noktaların olduğunu belirten öğretmen adayları genel olarak bakıldığında alt ve orta gruptaki öğretmen adaylarıdır. Bunun sebebi ise öğretmen adaylarının mülakat yapılan ortamı samimi bulduklarından gerçek düşüncelerini paylaşmış olmalarından kaynaklanabilir. Örneğin AD'lerden B5 numaralı öğretmen adayı, derslere ön hazırlıklı gelirse daha başarılı olabileceklerini belirtmiştir. Aslında bir sonraki derste neler yapacaklarını araştırmacı her dersten sonra kısaca anlattıysa da bazı öğretmen adaylarının yine de dikkatlerini vermemiş oldukları anlaşılmaktadır. Bunun sebebi ise her dersin sonunda bir an önce dışarı çıkma isteği duyan öğretmen adaylarının araştırmacının yapmış olduğu açıklamalara önem vermemiş olduklarını gösteriyor olabilir. OD'lerden R5 numaralı öğretmen adayı REACT grubunda yapılan öğretmen adaylarının dersi sunum şeklinde anlattığı bölümden olan memnuniyetsizliğini dile getirmiştir. Aslında öğretmen adaylarının birbirlerine dersi sunum yoluyla anlatmaları, birbirlerine anlamadıkları noktaları daha rahat sorabilmeleri açısından olumlu olarak düşünülerek çalışmaya eklense de öğretmen adaylarının henüz 1.sınıfta olmaları, birbirlerini yeteri kadar iyi tanımamaları ve sunum yapma konusunda tecrübesiz olmaları onları biraz rahatsız etmiş olabilir. Yapılan örnek derste de öğretmen adaylarına zaman sıkıntısından dolayı sunum örneği yaptırılmamıştır. AD'lerden R7 numaralı öğretmen adayı malzemeleri kendi hazırlamalarının daha iyi olacağını belirten ifadeler kullanmıştır. Deney malzemelerini öğretmen adaylarının hazırlamamasının başlıca nedenleri arasında birçok deneyde kullanılan malzemelerin günlük yaşamdan getirilmiş olmasıdır. Yani günlük yaşamda sıkça kullanılan belli başlı asidik ve bazik malzemelerin öğretmen adaylarına dağıtılması, öğretmen adaylarının malzemeleri ekonomik kullanamayabilecekleri düşüncesiyle araştırmacı tarafından dağıtılmıştır. Bir diğer sebep de öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun deney yapma ve malzemeleri kullanma konusunda tecrübesiz olmalarıdır. Bununla beraber araştırmacı malzemeleri dağıttıktan sonra öğretmen adayları deneyde kullanılan çalışma yapraklarıyla yalnız bırakılmışlardır. Araştırmacı yalnızca gerekli olduğu durumlarda rehber konumunda yardımcı olmaya çalışmıştır.

Mülakatın beşinci sorusu için, Tablo 55'e göre (s.165), öğretmen adayları bu uygulamalardan birçok şey öğrendiklerini dile getirmişlerdir. Nitekim özellikle REACT grubunda işbirliği basamağında verilen araştırma soruları olsun, dersi öğretmen adaylarının

kendilerinin hazırlayıp sundukları bölümler olsun, deneyler esnasında her bir öğretmen adaylarına verilen görevler olsun, öğretmen adayları bireysel veya grup olarak uygulamalara katılmışlar ve bundan da memnun kalmışlardır. Öğretmen adayları konunun günlük yaşamla ilişkilendirilmesiyle çok ilgilenmişler, hatta bazen araştırmacının sormadığı ama kendilerinin merak ederek araştırdıkları konuları sınıfta paylaştıkları olmuştur. Örneğin bazı öğretmen adayları karınca asidinin nasıl oluştuğu ve ne işe yaradığını araştırmışlardır. Bu da öğretmen adaylarının özellikle konunun günlük yaşamla ilişkili olan kısım ile ilgili olduklarını göstermektedir. Örneğin, R11, R13 ve R14 numaralı öğretmen adayları kendi başlarına yapabildiklerini gördükleri için uygulamaların verimli olduğunu söylemişlerdir. R7 ve B5 numaralı öğretmen adayları günlük yaşamla ilişkilendirmeyi etkileyici bulurken, R18, R5, B19 numaralı öğretmen adayları ise araştırma yapmayı öğrendiklerini dile getirmişlerdir. Verilen cevaplara göre öğretmen adaylarının kavramsal anlama seviyeleri göz önünde bulundurulursa alt, orta veya üst düzey kavramsal anlama seviyesine göre öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplarda bir değişkenlik gözlenmemiştir. Bu durumda öğretmen adayları eşit derecede dersle veya etkinliklerle ilgilenmişlerdir denebilir. Ayrıca bütün öğretmen adayları kendilerine verilen görevler sayesinde derse iştirak ettiklerinden kendi potansiyellerini görme fırsatı elde etmişlerdir. Bu da öğretmen adaylarının kendilerine güven duymalarını sağladığından bütün öğretmen adayları kavramsal anlama düzeylerinden bağımsız olarak uygulamalardan bir şeyler kazanmışlardır. Bununla beraber literatürde de günlük yaşamla ilişkilendirilen derslerin öğretmen adayları tarafından daha fazla ilgi gördüğüne dair sonuçlara sıkça rastlanmıştır (Bulte, Westbroek, Van Rens ve Pilot, 2004; Bulte, Westbroek, de Jong ve Pilot, 2006; Campbell, Lubben ve Dlamini, 2000).

Mülakatın altıncı sorusu için, Tablo 55'e göre (s.165), öğretmen adayları grup çalışmasından oldukça memnun kalmışlardır. Yalnızca alt düzey kavramsal anlama grubundan R7 numaralı öğretmen adayı grubun işlerini tek başına kendisinin yaptığını söylemiştir. Grupları kendi istekleri doğrultusunda oluşturan öğretmen adayları iş bölümünü de kendileri yapmış olmalarına rağmen grupta etkin olmayan üyelerin bulunması diğer öğretmen adaylarını rahatsız etmiş olabilir. Diğer bütün öğretmen adayları uyum içinde olduklarını, birbirlerinin eksiklerini kapattıklarını ve sosyal açıdan da kaynaştıklarını ifade etmişlerdir. REACT stratejisinin ve 5E modelinin etkinliklerinin büyük bir çoğunluğu grup çalışması olduğundan (yapılan deneyler, grupça yapılan sunum etkinlikleri ve grupça yazılan hikaye), bu soru dolaylı olarak öğretmen adaylarının

memnuniyetlerini değerlendirmek amacıyla da sorulmuştur. Genel olarak öğretmen adayları bireysel oldukları kadar grupça da uyum içinde çalışarak etkinlikleri tamamlamışlardır. Grup çalışmaları ve işbirlikçi uygulamalar kimya dersi başarısını ve düşünme becerisini geliştirir (Kovac, 1999; Özmen ve Yıldırım, 2005; Sisovic ve Bojovic, 2000). Bu tez çalışması kapsamında öğretmen adaylarının grupça yaptıkları çalışmalar sonucunda kimlik ve önemli olma hissi gibi sosyal duygularının geliştirilmesi, bu durumun sebebi olarak görülebilir (Davidson, 1990).

#### **4.5. REACT Stratejisinin, 5E Modelinin ve Mevcut Öğretimin Karşılaştırılmasına Yönelik Tartışma**

Soyut kavramların yapılanması ve tamamen anlaşılmasında, alternatif kavramları gidermede ve kavramsal değişimi sağlamada mevcut öğretim sistemi yetersiz kalmaktadır (Harrison ve Treagust, 2001; Hewson, 1992; Hewson ve Hewson, 2003; Özmen, 2003; Özmen vd., 2009b; Palmer, 2003; Westbrook ve Marek, 1991). Bu sebeple öğrenme ortamlarında farklı öğretim yöntemleri denenmektedir. Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen 5E modeli de bunlardan biridir. Ancak 5E modelinde bazı eksiklikler ve yetersizlikler bulunması (Kurnaz ve Çalık, 2008) bağlam temelli yaklaşımın önem kazanmasına yol açmıştır. Bu çalışmada da mevcut öğretimle karşılaştırılmak üzere bağlam temelli yaklaşıma uygun olarak geliştirilmiş REACT stratejisi ve 5E modeli kullanılmış olup her iki yöntem de öğretmen adaylarının asit ve bazlar konusundaki kavramsal öğrenmelerini olumlu yönde etkilemiştir.

REACT stratejisinin öğrenme ortamlarında kullanıldığı çalışma sayısı kısıtlı olmasına rağmen, yapılan az sayıdaki çalışma bu stratejinin öğrenme ortamlarında olumlu sonuçlar verdiğini göstermektedir (Coştu, 2009; Saka, 2011; Ültay, 2012; Ültay ve Çalık, 2011). 5E modeli ise öğrenme ortamlarında birçok defa denenmiş olup, olumlu sonuçlar alınmıştır (Karlı ve Çalık, 2012; Kolomuç, 2009; Yaman vd., 2006; Ziyafet, 2008). Bu çalışma kapsamında REACT stratejisi ve 5E modeli mevcut öğretim yöntemine kıyasla kavramsal anlamada başarılı sonuçlar verse de ikisinden birinin daha etkili olduğu söylenemez. Bu iki öğretim yönteminin birbirine üstünlük sağlayamamasının nedenlerini araştırmak için her iki modelin de içeriğini incelemek ve varsa eksik noktalarını tespit etmek faydalı olabilir.

REACT stratejisi ve 5E modeli sahip oldukları basamakların içeriği ve yapısı bakımından birbirlerine oldukça benzemelerine rağmen basamakların sırası ve bazı basamakların bir diğerinde var olmaması bakımından (örneğin REACT stratejisindeki işbirliği basamağının 5E modelinde karşılığının olmaması ve basamağın döngüsel özelliği gibi) birbirinden farklılıklar göstermektedir (Ültay ve Çalık, 2011). Ancak öğretim ortamında bu iki öğretim yönteminin birbirine üstünlük sağlayamaması her ikisinde de bazı eksik noktaların olmasından kaynaklanıyor olabilir. Örneğin REACT stratejisinde öğretmen adaylarının konu ile ilgili teorik açıklamaya ihtiyaç duymaları REACT stratejisinde “açıklama” basamağının eksikliğiyle yorumlanabilir (Coştu, 2009; Ültay, 2012). Bu çalışma kapsamında bu eksiklik öğretmen adaylarının konuları anlatmalarıyla aşmaya çalışılsa da yeterli olmamıştır. Nitekim yapılan informal görüşmelerde REACT grubundaki öğretmen adayları sık sık “konuyu siz ne zaman anlatacaksınız” diyerek öğretmen adayları alışkın oldukları şekilde öğretim elemanının açıklama yapmasına ihtiyaç duymaya devam etmişlerdir. 5E modelinde ise kullanılan materyallerin günlük yaşamla ilişkilendirilmiş olması şart değilken, REACT stratejisinde günlük yaşamla ilişkili bağlamların kullanılması kalıcılığa olumlu yönde katkılar sağlamıştır. Nitekim Özmen (2003)’e göre kullanılan materyallerin günlük yaşamla ilgili olması öğrenilen bilgilerin kalıcı olmasını sağlar.

Bu araştırmaya göre, REACT stratejisinin kalıcılıktaki başarısı, 5E modelinin de alternatif kavramları gidermedeki ve kavramsal öğrenmeyi sağlamadaki başarısı birleştirildiğinde, her iki yöntemden bir sentezin yapılması, daha uygulanabilir bir modelin ortaya çıkmasına neden olabilir. Örneğin 5E modelinin REACT stratejisindeki gibi tek bir bağlam kullanılarak uygulanması, 5E modelinde açıklama basamağı gibi öğretmenin daha aktif olduğu bir basamağın da bulunması göz önünde bulundurulduğunda, önerilen REEACT modeli öğretmen adaylarının kavramsal öğrenmelerini sağlamakla kalmaz bu öğrenmenin kalıcı olmasına da yardımcı olur. Aynı zamanda öğretmenden teorik bilgi almaya alışkın öğrencilerin de ders esnasında yaşamış oldukları stres ve panik duygusu ortadan kalkarak motivasyonları artar. Açıklama basamağının tecrübe etme basamağından hemen sonra eklenmesi uygun olabilir.

Tablo 57. REEACT Modelinin basamakları ve her basamakta yapılacak işler

Basamaklar	Yapılacaklar	Örnek Yöntem/Metot
<b>R</b> elating (İlişkilendirme)	Öğrencilerin ilgisi konuya çekilerek sahip oldukları ön bilgilerin farkına varmaları sağlanır.	Soru-cevap, okuma parçaları veya bağlamsal hikâyeler, kavramsal değişim metni, animasyon ve simülasyonlar.
<b>E</b> xperiencing (Tecrübe Etme)	Öğrenciler kendi bilgilerini denerler, gözlem yaparlar, deneyim kazanıp bilgiyi keşfederler.	Laboratuvar etkinlikleri, çalışma yaprakları.
<b>E</b> xplaining (Açıklama)	Öğretmen rehber konumunda olup, öğrencileri bilimsel olarak kabul edilen bilgilere yönlendirir.	Soru-cevap, düz anlatım, tartışma.
<b>A</b> pplying (Uygulama)	Öğrencilerin öğrendikleri kavramları kullanabilecekleri etkinlikler sunulur.	Projeler, problem çözme etkinlikleri, laboratuvar etkinlikleri.
<b>C</b> ooperating (İşbirliği)	Öğrencilerin yeni öğrendikleri konularla ilgili sosyal beceriler geliştirmeleri sağlanır.	Grup çalışması, problem çözme etkinlikleri veya günlük hayattan verilen gerçekçi senaryolar, projeler.
<b>T</b> ransferring (Transfer Etme)	Öğrencilerin yeni öğrendikleri konuları farklı durumları anlamlandırmada kullanabilmeleri ve uygulayabilmeleri sağlanır.	Çalışma yaprakları, araştırma ödevleri, projeler.

Tablo 57’den de görüldüğü gibi, bu çalışmanın sonucunda önerilen **REEACT** modeli ilişkilendirme (relating), tecrübe etme (experiencing), açıklama (explaining), uygulama (applying), işbirliği (cooperating) ve transfer etme (transferring) basamaklarından oluşmaktadır. İlişkilendirme basamağında öğrencilerin ilgisi seçilen bağlam dahilinde konuya çekilir ve öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerin farkına varmaları sağlanır. Bu ön bilgilerin ortaya çıkarılmasında araştırma, deneyim ve soruşturma yöntemlerinden faydalanılabilir. Örneğin, Ek 5’teki (s.273) asit yağmuru okuma parçası öğretmen adaylarına dağıtılır ve okumaları istenir. Tecrübe etme basamağında öğrenciler kendi bilgilerini denerler, gözlem yaparlar, deneyim kazanıp bilgiyi keşfederler. Örneğin, öğretmen adayları Ek 5’teki (s.274) “Asit ve bazları tanımak ve pH’larını ölçmek” isimli deneyi yaparlar. Açıklama basamağında ise öğretmen rehber konumunda olup, öğrencileri bilimsel olarak kabul edilen bilgilere yönlendirir. Gerektiğinde konu hakkında açıklamalarda bulunur. Örneğin Ek 4’teki (s.247) konu ile ilgili açıklamalar öğretmen adaylarına aktarılır. Uygulama basamağında ise öğrencilerin öğrendikleri kavramları kullanabilecekleri projeler, problem çözme veya laboratuvar etkinlikleri kullanılabilir. Örneğin, Ek 5’teki (s.276) sorular öğretmen adaylarına dağıtılır ve bireysel olarak çözmeleri istenir. İşbirliği basamağı aslında döngüsel olarak stratejinin her noktasında kullanılabilmesi gibi ayrıca bu basamakta da öğrenciler gruplar halinde problem çözme etkinlikleri veya günlük hayattan verilen gerçekçi senaryolar üzerinde çalışabilirler. Örneğin, Ek 5’teki (s.277) araştırma sorularını öğretmen adayları grupça araştırarak bir



ödev hazırlayıp sunarlar. Transfer etme basamağında ise öğrencilere sınıfta daha önceden karşılaşmamış oldukları durumlara öğrendikleri yeni bilgileri transfer etmeleri için fırsatlar yaratılır. Örneğin, Ek 5’te (s.279) verilen günlük yaşamla ilişkili bir soru sorularak ardından Ek 5’teki (s.279) duruma öğrendikleri bilgileri transfer etmeleri beklenir. Böylece mevcut REACT stratejisine açıklama basamağının tecrübe etme basamağından sonra eklenmesiyle strateji genişletilmiştir. Bu yeni modelle beraber ilişkilendirme basamağında konuya giriş yapılarak konu hakkında günlük yaşamdan alınmış örneklerle öğretmen adaylarının konuya ısınmaları sağlanırken, tecrübe etme basamağında konuyla ilgili bilgileri tecrübe etmeleri ve daha sonra açıklama basamağında alışkın oldukları şekilde bilginin açıklanması öğretmen adaylarının kendilerini güvende hissetmelerine yol açacaktır. Böylece öğretmen adaylarının doğru bilgiye yönlendirilmeleri, öğrenme ortamında gelişebilecek alternatif kavramların giderilmesi açısından faydalı olacaktır.

Bu bölümde “Asit ve Bazlar” konusunda REACT stratejisine ve 5E modeline göre hazırlanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının anlamalarına ve tutumlarına olan etkisini araştırmak ve mevcut öğretimle ve birbirleriyle olan karşılaştırmalarını incelemek amacıyla yapılan çalışmadan elde edilen veriler literatürle ilişkilendirilerek önce genel olarak alt problemler ve daha sonra da kavramlar bazında yorumlanmıştır. Daha sonra araştırmada kullanılan REACT stratejisi, 5E modeli ve mevcut öğretim yönteminin karşılaştırılması yapılarak eksik noktalar tartışılmıştır. REACT stratejisinde öğretimin günlük yaşamla ilişkili bağlamlara dayandırılarak yapılması öğretmen adaylarında kavramsal değişim sağlasa da öğretmen adaylarının öğretmen tarafından yapılacak açıklamalara ihtiyaç duymaları dikkat çekicidir. Ayrıca 5E modelinde kullanılan günlük yaşamla ilişkili etkinlik ve materyaller öğretmen adaylarında zihinsel dengesizlik yaratmasına rağmen, kullanılan etkinlik ve materyallerin tek bir bağlamda öğretilmesi kavramsal yapıların kalıcı olması açısından faydalı olacaktır. Bu sebeplerle kullanılan iki yöntemin eksik noktaları giderilerek yeni bir model önerisinde bulunulmuş ve bu yeni model tanıtılmıştır. REACT stratejisinin kavramsal değişimin kalıcı olmasındaki başarısı, 5E modelinin de alternatif kavramları gidermedeki ve kavramsal öğrenmeyi sağlamadaki başarısı birleştirildiğinde daha uygulanabilir bir model ortaya çıkmıştır. Örneğin 5E modelinin REACT stratejisindeki gibi tek bir bağlam kullanılarak uygulanması, 5E modelinde açıklama basamağı gibi öğretmenin daha aktif olduğu bir basamağın da bulunması göz önünde bulundurulduğunda, önerilen REACT modeli öğretmen adaylarının kavramsal öğrenmelerini sağlamakla kalmaz bu öğrenmenin kalıcı olmasına da

yardımcı olur. Ayrıca REACT stratejisi ile ilgili yapılmış olan çalışmalarda böyle bir modelin daha önceden önerilmemiş olması bu çalışmayı ayrıca değerli kılmaktadır. Bir sonraki bölümde ise bu tartışmalara paralel olarak araştırmadan elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı, Asit ve Bazlar konusunda REACT stratejisine ve 5E modeline göre hazırlanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının anlamalarına ve tutumlarına olan etkisini araştırmak, mevcut öğretimle ve birbirleriyle karşılaştırmalar yapmak olup elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

### 5.1. Birinci Alt Problemle İlgili Sonuçlar

1. Yapılan etkinliklerin ve uygulanan materyallerin öğretmen adaylarında var olan alternatif kavramların bazılarını değiştirmekte yetersiz kalması, alternatif kavramların tek bir noktadan kaynaklanmadığı ve yapılan öğretimin sadece öğretmenden kaynaklanan alternatif kavramları etkilediği sonucunu doğrular.
2. REACT stratejisi ve 5E modelinde günlük yaşamla ilişkili bağlamların kullanılması öğretmen adaylarının motivasyonlarını artırmış ve bunun da kavramsal öğrenmenin gerçekleşmesine sebep olduğu sonucuna varılmıştır.
3. Günlük yaşamla ilişkili etkinlik ve materyallerin öğretmen adaylarının kavramlara ilişkin anlamalarını geliştirmede, alternatif kavramlarının giderilmesinde ve daha bilimsel açıklamalar yapabilmelerini sağlamada etkili olduğu sonucunu göstermektedir.
4. Günlük yaşamla ilişkili etkinlik ve materyallerin öğretmen adaylarında zihinsel dengesizlik yaratmasına rağmen, kavramsal yapıların istenilen şekilde yerleşmesi için zamana ihtiyaç olduğu sonucuna ulaşılabılır.
5. Öğretmen adaylarının asit ve bazların kuvvetliliğini maddenin sahip olduğu hidrojen ve hidroksit sayısı ile ilişkilendirmelerinden kaynaklanan alternatif kavramlarının yapılan uygulamalarda özellikle vurgulanmış olmasına rağmen halen giderilememiş olması kemikleşmiş alternatif kavramların (hard-core) tamamen değiştirilmesinin kolay olmadığı sonucunu göstermektedir (Tablo 33, s.136-139).

6. Çalışmada yeni alternatif kavramların oluşması alternatif kavramların birbirleriyle etkileşim içerisinde oldukları ve düşünce sisteminin bir parçası oldukları sonucunu ortaya çıkarmaktadır (Tablo 56, s.173). Örneğin öğretmen adaylarında var olan bütün tuzların nötr olduğu ve hidroliz olabildiği alternatif kavramları sadece nötr tuzların hidroliz olabildiği alternatif kavramının oluşmasına yol açmış olabilir.
7. Öğretmen adaylarının üst, orta ve alt düzey kavramsal anlama gruplarında bulunmaları ile alternatif kavramlarının giderilmesi arasında ilişki bulunamaması, farklı kavramsal seviyedeki öğretmen adaylarının materyallerden benzer oranda etkilendikleri sonucunu doğurmaktadır.

### **5.2. İkinci Alt Problemle İlgili Sonuçlar**

1. REACT stratejisinde daha kalıcı öğrenmenin sağlanması (Tablo 48, s. 158), öğretmen adaylarına yapılan öğretimde ne kadar günlük yaşamla ilişkili bağlam kullanılırsa o kadar kalıcı öğrenmenin gerçekleştirilebileceği sonucuna götürmektedir.
2. Uygulamalardan belirli bir süre sonra öğretmen adaylarının bazılarının tekrar eski alternatif kavramlarına geri dönmeleri, kısa süreli müdahalenin öğretmen adaylarının fikirlerini değiştirmelerinde etkili olduğu ancak uzun süreli etkide baskın olan kavramın veya alternatif kavramın ortaya çıktığı sonucunu doğurmaktadır.

### **5.3. Üçüncü Alt Problemle İlgili Sonuçlar**

1. Çağdaş yöntem ve stratejiler içeren kısa süreli uygulamaların (çalışmada kullanılan 5E ve REACT grubu materyalleri) öğretmen adaylarının kimya dersine karşı olan tutum ve deneyimlerini değiştirmede yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır.
2. Çalışmadaki uygulama süresinde öğretmen adaylarının tutumlarında bir değişimin olmaması veya azalmanın olması, tutum değişimi için REACT

stratejisi ve 5E modeline yönelik uygulamaların sadece uygulama süresiyle sınırlı kalmaması ve süreklilik arz etmesi gerektiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

3. Öğretmen adaylarının çağdaş yöntem ve stratejiler içeren mevcut uygulamalar için olumlu ve olumsuz görüşleri aynı anda tutmaları, onların ikili algıya (dual perception) sahip oldukları sonucunu doğurmuştur.

#### **5.4. Dördüncü Alt Problemle İlgili Sonuçlar**

1. Kullanılan materyallerin öğretmen adaylarına çekici gelmesi ve nedensel düşüncelerini sağlaması, REACT, 5E gibi öğretim yöntemlerinin onların ilgisini çektiği ve kavramsal düşüncelerini kolaylaştırdığı sonucuna ulaştırabilir.
2. Uygulamalardan önce ön denemelerin yapılması, öğretmen adaylarının uygulama sürecine adaptasyonlarını artırarak, kendilerinden beklenenleri daha etkili bir şekilde yapmalarına yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu bölümde araştırmanın sonuçları sunulmuş olup, bir sonraki bölümde araştırmanın sonuçlarına dayalı olarak yapılan öneriler, araştırmacının deneyimleri ve diğer araştırmacılara öneriler başlıkları altında sunulmuştur.

## 6. ÖNERİLER

Araştırmanın sonuçlarından yola çıkılarak yapılan öneriler araştırma sonuçlarına ve araştırmacının deneyimlerine göre iki başlık halinde bu bölümde sunulmuştur.

### 6.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler

1. Bu araştırmada REACT stratejisi ve 5E modeli asit ve bazlar konusundaki kavramların öğretiminde mevcut öğretime göre daha etkili olmuştur. Bu nedenle kimyadaki farklı konuların öğretiminde bu araştırmada kullanılan materyallere benzer şekilde 5E modeline ve REACT stratejisine uygun olarak materyaller hazırlanıp kullanılabilir.
2. REACT stratejisinde öğretmen adaylarının yapmış oldukları şikayetler ve ders anlatımı sırasında yaşamış oldukları güçlükler göz önünde bulundurulduğunda REACT stratejisine 5E modelinde olduğu gibi “açıklama” basamağının eklenmesi ve mevcut REACT stratejisinin genişletilmesi önerilebilir. Açıklama basamağının tecrübe etme basamağından hemen sonra eklenmesi uygun olabilir. Bu çalışmanın sonucunda önerilen REEACT modeli ilişkilendirme (relating), tecrübe etme (experiencing), açıklama (explain), uygulama (applying), işbirliği (cooperating) ve transfer etme (transferring) basamaklarından oluşmaktadır.
3. Önerilen REEACT modelinin öğrenme ortamlarında uygulanabilirliği ve öğrencilerin kavramsal anlamalarına olan etkisi araştırılmalıdır.
4. Araştırma kapsamında hazırlanan KDM’lerin 5E grubu öğretmen adaylarının hidroliz konusunu anlamalarına olan etkisi göz önünde bulundurulduğunda, öğretim süreci içerisinde diğer öğretim yöntem ve tekniklerinin yanı sıra KDM’lerin de kullanılmasına özen gösterilmelidir. Örneğin REACT stratejisinin tecrübe etme basamağında sunulan KDM’de öğretmen adayları karşılaşmış oldukları alternatif kavram ve bilimsel açıklamaları göz önünde bulundurup, yaratıcılıklarını kullanarak bir deney tasarlayıp, sunmak yoluyla durumu diğer öğretmen adaylarına açıklamaya çalışabilirler.

5. REACT stratejisinde öğretmen adayları belirli bir bağlama odaklandıklarından, seçilen bağlamların öğretmen adaylarının ilgilerini çekecek konulardan seçilmesi, onların derse olan ilgi ve motivasyonlarını artıracığından bağlam seçimine özellikle önem verilmelidir.
6. REACT stratejisine yönelik uygulamaların uzun süreli olarak yapılmasının özellikle tutum ve deneyime yönelik davranışların geliştirilmesinde daha faydalı olabileceği önerilmektedir.

## 6.2. Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Önerileri

Bu araştırmanın gelecekte ilgili alanda çalışmayı düşünen araştırmacılara örnek teşkil edeceği düşünüldüğünden, araştırmacılara bazı önerilerde bulunulmuştur.

1. Bu çalışmada pilot uygulamadan önce tutum testi olarak Geban vd. (1994) tarafından yapılan ve güvenilirliği 0,83 olarak hesaplanmış olan tutum ölçeği kullanılması planlanmış ve pilot uygulama esnasında kullanılmıştır. Bu tutum ölçeğine göre 5E grubu ve REACT stratejisi uygulanan sınıflarda bulunan öğretmen adaylarının tutumlarında olumlu yönde bir gelişme gözlenirken, asıl uygulamada farklı bir tutum ölçeğinden yararlanılmıştır. Tutum ölçeğinin değiştirilme sebebi, asıl uygulamada kullanılan tutum ölçeğinin yalnızca davranışlara değil ayrıca deneyimlere de odaklı olması, teorik temellerinin oldukça iyi hazırlanmış olması ve daha güncel olmasıdır. Ancak yeni tutum ölçeğinde öğretmen adaylarının tutumlarında bir değişiklik gözlenmemiştir. Çıkan bu çok farklı sonuçlar düşünüldüğünde araştırmacılara kullanacakları tutum ölçeğini kendilerinin geliştirmeleri önerilebilir.
2. Materyallerin uygulanması esnasında tatil dönemlerini, resmi törenleri, sınav haftasını da hesaba katarak sürecin önceden tasarlanması bazı aksaklıkların ortaya çıkmasını tam olarak engelleyemese de en aza indirmeye yardımcı olabilir.
3. Çalışmada kullanılan kavram testindeki soruların fazlalığı ve ön, son ve gecikmiş test olarak üç defa uygulanması öğretmen adayları tarafından oldukça

sıkıcı bulunmuştur. Belki de bu sebeple bazı öğretmen adayları bazı sorulara cevap yazmaya bile üşenmiş olabilir. Bu sebeple uzun testlerin iki parçaya bölünerek farklı zamanlarda uygulanması daha doğru sonuçlara ulaşılmasına yardımcı olabilir.

4. REACT grubu öğretmen adayları 1.sınıf olmalarının vermiş olduğu duygu ve düşüncelerle ders anlatımları esnasında oldukça utangaç ve çekingen davranmışlardır. Bu sebeple uygulamalar daha üst sınıftaki öğretmen aday gruplarıyla farklı konularda yürütülebilir.



## 7. KAYNAKLAR

- Abraham, M. R., Gryzybowski, E. B., Renner, J. W. ve Marek, A. E. 1992. Understanding and Misunderstanding of Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks, Journal of Research in Science Teaching, 29, 105-120.
- Acar, B. ve Yaman, M., 2011. Bağlam Temelli Öğrenmenin Öğrencilerin İlgi ve Bilgi Düzeylerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 40, 1-10.
- Akpınar, M., 2009. Öğrencilerin Ortaöğretim Fizik Dersi Konularının Günlük Hayatla İlişkisi Hakkındaki Düşünceleri, Fen, Sosyal ve Çevre Eğitiminde Son Gelişmeler Sempozyumu, 18-20 Kasım 2009, Giresun Üniversitesi, Giresun, Bildiri Kitabı: 96-103.
- Aktamış, H. A., Ergin, Ö., ve Akpınar, E., 2002. Yapısalcı Kurama Örnek Bir Uygulama. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16- 18 Eylül 2002, ODTÜ, Eğitim Fakültesi, Ankara, Bildiriler Cilt- I, 239-245.
- Apotheker, J. H., 2009. Context and Chemistry Going Dutch? The Development of a Context-based Curriculum in the Netherlands, Chemistry Education in the ICT Age, Springer, Netherlands, 119-129.
- Atasoy, B., 2004. Fen Öğrenimi ve Öğretimi, 2.Baskı, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Atkins, P. ve Jones, L., 1999. Temel Kimya Moleküller, Maddeler ve Değişimler. 2. Cilt, 3. Baskı, Bilim Yayıncılık, Ankara.
- 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., Akdeniz, A.R., Yiğit, N., Özmen, H. ve Ayvacı, H.Ş., 2007. Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi, ed. Salih Çepni, Altıncı Baskı, PegemA Yayıncılık, Trabzon.
- Aytar, A., 2011. Sınıf Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Uygulaması Sürecinde İnsanın Çevreye Etki Konusu İle İlgili Pedagojik Alan Bilgilerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Balım, A. G. ve Erdem, M. Ö., 2006. Çoklu Zeka Kuramı Tabanlı Fen Öğretiminde Asit Baz Konusu Etkinlik Örnekleri, Milli Eğitim Dergisi, 170, 67-82.
- Banerjee, A. C., 1991. Misconceptions of Students and Teachers in Chemical Equilibrium, International Journal of Science Education, 13, 4, 487-494.

- Barker, V. ve Millar, R., 1999. Students' Reasoning about Chemical Reactions: What Changes Occur During a Context-Based Post-16 Chemistry Course? International Journal of Science Education, 21, 645-665.
- Barker ,V. ve Millar, R., 2000. Students' Reasoning about Basic Chemical Thermodynamics and Chemical Bonding: What Changes Occur During a Context-Based Post-16 Chemistry Course? International Journal of Science Education, 22, 1171- 1200.
- Belt, S. T., Leisvik, M. J., Hyde, A. J. ve Overton, T. L., 2005. Using a Context-Based Approach to Undergraduate Chemistry Teaching – A Case Study for Introductory Physical Chemistry, Chemistry Education Research and Practice, 6, 3, 166-179.
- Bennett, J., Holman, J., Lubben, F., Nicolson, P. ve Prior, C., 2002. Science In Context: The Salters Approach, Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium, October, Kiel, Germany.
- Bennett, J., Hogarth, S. ve Lubben, F., 2003. A Systematic Review of the Effects of Context-Based and Science-Technology-Society (STS) Approaches in the Teaching of Secondary Science: Review Summary, University of York, UK.
- Bennett, J., Gräsel, C., Parchmann, I. ve Waddington, D., 2005. Context-Based and Conventional Approaches to Teaching Chemistry: Comparing Teachers' Views, International Journal of Science Education, 27, 13, 1521-1547.
- Bennett, J. ve Lubben, F., 2006. Context-Based Chemistry: The Salters Approach, International Journal of Science Education, 28, 9, 999-1015.
- Benson, D. L., Wittrock, M. C. ve Baur, M. E., 1993. Students' Preconceptions of the Nature of Gases, Journal of Research in Science Teaching, 30, 6, 587-597.
- Berns, R. G. ve Erickson, P. M., 2001. Contextual Teaching and Learning: Preparing Students for the New Economy, The Highlight Zone Research Work, 5, 1-8.
- Bilgin, İ. ve Yahşi, D., 2006. Farklı Laboratuvar Yaklaşımlarının İlköğretim 8.Sınıf Öğrencilerinin Asit-baz Konularındaki Kavramları Anlamalarına Etkisinin İncelenmesi, VII. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, 7-9 Eylül 2006, Ankara, 1032- 1036.
- Bloom, J. W., 1989. Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Science: Science, Theories and Evolution, International Journal of Science Education, 1, 401-415.
- Boström, A., 2008. Narratives as Tools in Designing the School Chemistry Curriculum, Interchange, 39, 4, 391–413.
- Botton, C., 1995. Collaborative Concept Mapping and Formative Assessment Key Stage 3: Understandings of Acids and Bases, School Science Review, 77, 124-130.

- BouJaode, S. B., 1992. The Relationship between Students' Learning Strategies and the Change in Their Misunderstandings during a High School Chemistry Course, Journal of Research in Science Teaching, 29, 7, 687-699.
- Bozkurt, O., Aydın, H., Yaman, S., Uşak, M. ve Gezer, K., 2005. Sixth, Seventh and Eighth Year Students' Knowledge Levels about Greenhouse Effect, Ozone Layer and Acid Rain, Mediterranean Journal of Educational Sciences, 10, 2, 81-95.
- Bradley, J. D. ve Mosimege, M. D., 1998. Alternative Conceptions in Acids and Bases: A Comparative Study of Student Teachers with Different Chemistry Backgrounds, South African Journal of Chemistry, 51, 137-147.
- Brickhouse, N. W., 1992. Teachers' Belief about the Nature of Science and Their Relationship to Classroom Practice, Journal of Teacher Education, 41, 53-62.
- Brown, S., 2006. What's bugging you? A 5E learning Cycle Introduces Insect Classification, Science and Children, April May 2006, 45-49.
- Bulte, A., Klaassen, K., Westbroek, H., Stolk, M., Prins, G., Genseberger, G., de Jong, O. ve Pilot, A., 2002. Modules for a New Chemistry Curriculum, Research on a Meaningful Relation between Contexts and Concepts, Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium, October 2002, Kiel, Germany.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., Van Rens, E. M. M., ve Pilot, A., 2004. Involving Students in Meaningful Chemistry Education by Adapting Authentic Practices. In B. R. I. Eilks (Ed.), *Quality in Practice-oriented Research in Science Education* (Proceedings of the 17th Symposium on Chemical Education in Dortmund) (pp. 105–116). Aachen, Germany, Shaker Publishing.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., de Jong, O. ve Pilot, A., 2006. A Research Approach to Designing Chemistry Education Using Authentic Practices as Contexts, International Journal of Science Education, 28, 9, 1063-1086.
- Burhan, Y., 2008. Asit ve Baz Kavramlarına Yönelik Karikatür Destekli Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi ve Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A. ve Landes, N., 2006. The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. A Report Prepared for the Office of the Science Education National Institutes of Health. Downloaded from: [http://science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/\\$FILE/Appendix%20D.pdf](http://science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/$FILE/Appendix%20D.pdf). 19 Ocak 2010.
- Cahyadi, V., 2004. The Effect of Interactive Engagement Teaching on Student Understanding of Introductory Physics at the Faculty of Engineering, University of Surabaya, Indonesia, Higher Education Research and Development, 23, 4, 455-464.

- Caine, R. N. ve Caine, G., 1993. Making Connections: Teaching and the Human Brain, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria. Cited by: Coştu, S., 2009. Matematik Öğretiminde Bağlamsal Öğrenme ve Öğretme Yaklaşımına Göre Tasarlanan Öğrenme Ortamlarında Öğretmen Deneyimleri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Campbell, B., Lazonby, J., Millar, R., Nicolson, P., Ramsden, J. ve Waddington, D., 1994. Science: The Salters' Approach- A Case Study of the Process of Large Scale Curriculum Development, Science Education, 78, 5, 415-447.
- Campbell, B., Lubben, F., ve Dlamini, Z., 2000. Learning Science through Contexts: Helping Pupils Make Sense of Everyday Situations, International Journal of Science Education, 22, 239-252.
- Canham, G. R., 1994. Concepts of Acids and Bases, Journal of College Science Teaching, 23, 4, 246-247.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., 2004. Kimyadaki Bazı Yaygın Yanlış Kavramalar, GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 1, 135-146.
- Carr, M., 1984. Model Confusion in Chemistry, Research in Science Education, 14, 97-103.
- Cerit Berber, N. ve Sarı, M., 2009. Kavramsal Değişim Metinlerinin İş, Güç, Enerji Konusunu Anlamaya Etkisi, Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, 27, 159 -172.
- Ceylan, E., 2008. Effects of 5E Learning Cycle Model on Understanding of State of Matter and Solubility Concepts, Doctoral Thesis, Middle East Technical University, Secondary Science and Mathematics Education, Ankara.
- Chambers, S. K. ve Andre, T., 1997. Gender, Prior Knowledge, Interest, and Experience in Electricity and Conceptual Change Text Manipulations in Learning about Direct Current, Journal of Research in Science Teaching, 34, 2, 107-123.
- Champagne, A., 1987. The Psychological Basis for a Model of Science Instruction. Commissioned Paper for Ibm-supported Design Project. Colorado Springs, CO: BSCS. Aktaran: Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A. ve Landes, N., 2006. The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. A Report Prepared for the Office of the Science Education National Institutes of Health.
- Chen, C. C., Lin, H. S. ve Lin, M. L., 2002. Developing a Two-Tier Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding – The Formation of Images by a Plane Mirror, Proc. Natl. Sci. Coun. ROC(D), 12, 3, 106-121.

- Cho, J., 2002. The Development of an Alternative In-Service Programme for Korean Science Teachers with an Emphasis on Science-Technology-Society, International Journal of Science Education, 24, 10, 1021-1035.
- Cohen, L. ve Manion, L., 1989. Research Methods in Education, 4<sup>th</sup> Edition, London, New York.
- Cokelez, A. ve Dumon, A., 2009. A Comparative Study of French and Turkish Students' Ideas on Acid-Base. Procedia Social and Behavioral Sciences, 1, 536-537.
- Colburn, A., 2000. Constructivism: Science Education's "Grand Unifying Theory", Clearing House, 74, 1, 9-12.
- Coll, R. K. ve Treagust, D. F., 2001. Learners' Mental Models of Chemical Bonding, Research in Science Education, 31, 357-382.
- Conderman, G. ve Koroghlanian, C., 2002. Writing Test Questions Like a Pro, Intervention in School and Clinic, 38, 2, 83-87.
- Coştu, B., 2002. Ortaöğretimin Farklı Seviyelerindeki Öğrencilerin Buharlaştırma Yoğunlaştırma ve Kaynama Kavramlarını Anlama Düzeylerine İlişkin Bir Çalışma, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Coştu, B., 2006. Kavramsal Değişimin Gerçekleşme Düzeyinin Belirlenmesi: Buharlaştırma, Yoğunlaştırma ve Kaynama, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Coştu, S., 2009. Matematik Öğretiminde Bağlamsal Öğrenme ve Öğretme Yaklaşımına Göre Tasarlanan Öğrenme Ortamlarında Öğretmen Deneyimleri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- CORD, 1999a. Teaching Science Contextually, CORD Communications, Inc., Waco, Texas, USA.
- CORD, 1999b. CORD Algebra 1: Mathematics in Context, South-Western Educational Publishing, Cincinnati, OH.
- Crawford, M. L., 2001. Teaching Contextually: Research, Rationale, and Techniques for Improving Student Motivation and Achievement in Mathematics and Science, CCI Publishing, Waco, Texas.
- Çalık, M., 2003. Farklı Öğrenim Seviyesindeki Öğrencilerin Çözümlerle İlgili Kavramları Anlama Seviyelerinin Karşılaştırılması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çalık, M., 2006. Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Göre Lise 1 Çözümler Konusunda Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Çalık, M., 2011. How Did Creating Constructivist Learning Environment Influence Graduate Students' Views? Energy, Education, Science and Technology Part B Social and Educational Studies, 3, 1, 1-13.
- Çalık, M., Ayas, A., Coll, R. K., Ünal, S. ve Coştu, B., 2007. Investigating the Effectiveness of a Constructivist-Based Teaching Model on Student Understanding of the Dissolution of Gases in Liquids, Journal of Science Education and Technology, 16, 3, 257-270.
- Çalık, M. ve Ayas, A., 2005. 7-10. Sınıf Öğrencilerinin Seçilen Çözelti Kavramlarıyla İlgili Anlamalarının Farklı Karışımlar Üzerinde İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 3, 3, 329-349.
- Çalık, M., Ayas, A. ve Coll, R. K., 2010. Investigating the Effectiveness of Usage of Different Methods Embedded with Four-Step Constructivist Teaching Strategy, Journal of Science Education and Technology, 19, 1, 32-48.
- Çalık, M., Okur, M. ve Taylor, N., 2011. A Comparison of Different Conceptual Change Pedagogies Employed within the Topic of "Sound Propagation", Journal of Science Education and Technology, 20, 729-742.
- Çam, F. ve Köse, E. Ö., 2008. Yaşam Temelli Öğrenme (Context Based Learning), Eğitim Dergisi, 20.
- Çepni, S., Akdeniz, A. R., ve Keser, Ö.F., 2000. Fen Bilimleri Öğretiminde Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Örnek Rehber Materyallerin Geliştirilmesi, 19. Fizik Kongresi, 6- 29 Eylül, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Çepni, S., 2007. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, 3. Baskı, Trabzon.
- Çetingül, P. İ. ve Geban, Ö., 2005. Kavramsal Değişim Metodu Kullanarak Asit-Baz Konusunun Anlaşılması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29, 69-74.
- Davidson, N., 1990. Cooperative Learning in Mathematics: A Handbook for Teachers, Menlo Park.
- Demircioğlu, G., 2003. Lise II Asitler ve Bazlar Ünitesi İle İlgili Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Ayas, A., 2004. Asit ve Baz Kavramları Üzerine Bir Araştırma Çerçevesinde Kimyada Karşılaşılan Kavram Yanılgıları, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 4, 1, 57-80.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A., 2006. Hikayeler ve Kimya öğretimi. H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 110-119.

- Demircioğlu, H., 2008. İçeriğe Dayalı Yaklaşımın Sınıf Öğretmeni Adaylarının Maddenin Halleri Konusuna Yönelik Başarıları Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. ve alık, M., 2009. Investigating Effectiveness of Storylines Embedded within Context Based Approach: A Case for the Periodic Table, Chemistry Education Research and Practice, 10, 241-249.
- Dilber, R., 2006. Fizik Öğretiminde Analoji Kullanımının ve Kavramsal Değişim Metinlerinin Kavram Yanılgılarının Giderilmesine ve Öğrenci Başarısına Etkisinin Araştırılması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- diSessa, A. A., 1993. Toward an Epistemology of Physics, Cognition and Instruction, 10, 105-225
- Dlamini, B. ve Lubben, F., 1996. Liked and Disliked Learning Activities: Responses of Swazi Students to Science Materials with a Technological Approach, Research in Science and Technological Education, 14, 2, 221–236.
- Drechsler, M. ve Driel, V. J., 2008. Experienced Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Teaching Acid-Base Chemistry, Research in Science Education, 38, 611-631.
- Driver, R., 1981. Pupils' Alternative Frameworks in Science, European Journal of Science Education, 3, 93-101.
- Driver, R., Guesne, E. ve Tiberghien, A., 1985. Children's Ideas in Science, Open University Press.
- Eilks I., 2002. Teaching 'Biodiesel': A Sociocritical and Problem-oriented Approach to Chemistry Teaching, and Students' First Views on It, Chemistry Education Research and Practice, 3, 67-75.
- Ekici, F., 2007. Yapılandırmacı Yaklaşıma Uygun 5E Öğrenme Döngüsüne Göre Hazırlanan Ders Materyalinin Lise 3. Sınıf Öğrencilerinin Yükseltgenme-indirgenme Tepkimeleri ve Elektrokimya Konularını Anlamalarına Etkisi, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ekmekçioğlu, E., 2007. Ortaöğretim Kimya Dersinde Asit Baz Konusunun Anlamalı Öğrenme Kuramı ve Kavram Haritası ile Öğretiminin Başarıya Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Erduran, S., 2003. Examining the Mismatch between Pupil and Teacher Knowledge in Acid-base Chemistry, School Science Review, 84, 308, 81-87.
- Erşahan, O., 2007. 6. Sınıf Öğrencilerine Madde ve Değişim Öğrenme Alanındaki Fen Teknoloji Toplum evre Kazanımlarının Kazandırılmasında Etkili Öğretim

Yönteminin (Rol Oynama ve 5E Öğretim Yöntemi) Belirlenmesi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Feng, S. L. ve Tuan, H. L., 2005. Using ARCS Model to Promote 11<sup>th</sup> Graders' Motivation and Achievement in Learning about Acids and Bases, International Journal of Science and Mathematics Education, 3, 463- 484.
- Fraser, B.J., 1978. Development of a Test of Science-Related Attitudes, Science Education, 62, 509–515.
- Fraser, B.J. ve Butts, W.L., 1982. Relationship between Perceived Levels of Classroom Individualization and Science-Related Attitudes, Journal of Research in Science Teaching, 19, 143–154.
- Furió-Más, C., Calatayud, M. L., Jenaro Guisasaola, J. ve Furió-Gómez, C., 2005. How Are the Concepts and Theories of Acid–Base Reactions Presented? Chemistry in Textbooks and as Presented by Teachers, International Journal of Science Education, 27, 11, 1337-1358.
- Gabel, D., 1980. Attitudes toward Science and Science Teaching of Undergraduates According to Major and Number of Science Courses Taken and the Effect of Two Courses, School Science and Mathematics, 80, 70-76.
- Garcia, C.M., 2005. Comparing the 5Es and Traditional Approach to Teaching Evolution in a Hispanic Middle School Science Classroom, Unpublished Master Thesis, California State University, Fullerton.
- Gardner, H. ve Hatch, T., 1989. Multiple Intelligences Go To School: Educational Implications of the Theory of Multiple Intelligences, Educational Researcher, 18, 8, 4-10.
- Geban, Ö., Ertepinar, H., Yılmaz, G., Altan, A., ve Tahpaz, F., 1994. Bilgisayar Destekli Eğitimin Öğrencilerin Fen Başarılarına ve Fen Bilgisi İlgilerine Etkisi, 1. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Bildiri özetleri kitabı.
- Geban, Ö., Taşdelen, U. ve Kırbulut, Z. D., 2006. Kavramsal Değişim Yaklaşımına Dayalı Ortak Grup Çalışmalarının Asit-Baz Kavramlarını Anlamaya Etkisi, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül 2006, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara, 1022-1026.
- Gerber, B. L., Cavallo, A. M. L. ve Marek, E. A., 2001. Relationship among Informal Learning Environments, Teaching Procedures, and Scientific Reasoning Abilities, International Journal of Science Education, 23, 535-549.
- Gilbert, J. K., 2006. On the Nature of “Context” in Chemical Education, International Journal of Science Education, 28, 9, 957-976.



- Gilbert, J. K., Bulte, A. M. W. ve Pilot, A., 2011. Concept Development and Transfer in Context-Based Science Education, International Journal of Science Education, 33, 6, 817-837.
- Gilbert, J. K., Osborne, J. R. ve Fensham, P. J., 1982. Children's Science and Its Consequences for Teaching, Science Education, 66,4, 623-633.
- Glaser, R. E. ve Carson, K. M., 2005. Chemistry is in the News: Taxonomy of Authentic News Media-Based Learning Activities, International Journal of Science Education, 27, 9, 1083-1098.
- Glynn, S. M. ve T. R. Koballa, Jr., 2005. The Contextual Teaching and Learning Instructional Approach, Exemplary Science: Best practices in professional development, ed. R. E. Yager, 75-84. Arlington, VA: NSTA press.
- Gold, S., 2001. A Constructivist Approach to Online Training for Online Teachers, JALN, 5, 1, 35-57.
- Gökçek, N., 2007. İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Asit Baz Konusundaki Başarılarına Çoklu Zeka Kuramının Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Graber, W., Erdmann, T. ve Schlieker, V., 2002. ParCIS: Partnership between Chemical Industry and Schools, Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium, Kiel, Germany.
- Guba E.G. ve Lincoln Y.S., 1989. Fourth Generation Evaluation. Sage, Newbury Park, CA.
- Guba E.G. ve Lincoln Y.S., 1994. Competing Paradigms in Qualitative Research. In: Denzin NK, Lincoln YS (eds) Handbook of qualitative research (pp 105-117). Sage, Thousand Oaks, CA.
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A. ve Wu, S. M., 1997. Influence of Text Structure on Learning Counterintuitive Physics Concepts, Journal of Research in Science Teaching, 34, 7, 701-719.
- Güneş, B., 2005. Bilimsel Hatalar ve Kavram Yanılgıları. R. Yağbasan (Dü.) içinde, Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu (s. 59-117), Ankara.
- Haidar, A. H. ve Abraham, M. R., 1991. A Comparison of Applied and Theoretical Knowledge of Concept Based on the Particulate Nature of Matter, Journal of Research in Science Teaching, 28, 10, 919-938.
- Hair, J. F. Jr., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., ve Tatham, R. L., 2006. Multivariate Data Analysis, 6th ed., New Jersey: Prentice-Hall International.

- Haladyna, T. M., Downing, S. M. ve Rodriguez, M. C., 2002. A Review of Multiple-Choice Item-Writing Guidelines for Classroom Assessment, Applied Measurement in Education, 15, 3, 309-334.
- Hand, B., 1989. Student Understandings of Acids and Bases: A Two Year Study, Research in Science Education, 19, 133-144.
- Hansman, C. A., 2001. Context-based Adult Learning, New Directions For Adult And Continuing Education, 89, 43-51.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F., 2001. Conceptual Change Using Multiple Interpretive Perspectives: Two Case Studies in Secondary School Chemistry, Instructional Science, 29, 45-85.
- Heller, P.M., ve Finley, F.N., 1992. Variable Use of Alternative Conceptions: A Case Study in Current Electricity, Journal of Research in Science Teaching, 29, 259-275.
- Helm, H., 1980. Misconceptions in Physics amongst South African Students, Physics Education, 15, 92-105.
- Hewson, P. W. ve Hewson, M. G., 1984. The Role of Conceptual Conflict in Conceptual Change and The Design of Science Instruction. Instructional Science, 13, 1-13.
- Hewson, M. G. ve Hewson, P. W., 2003. Effect of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies on Science Learning, Journal of Research in Science Teaching, 40, 86-98.
- Hewson, P. W., 1992. Conceptual Change in Science Teaching and Teacher Education, National Center for Educational Research, Documentation, and Assessment, Madrid, Spain.
- Hofstein, A. ve Kesner, M., 2006. Industrial Chemistry and School Chemistry: Making Chemistry Studies More Relevant, International Journal of Science Education, 28, 9, 1017-1039.
- Imel, S., 2000. Contextual Learning in Adult Education, Practice Application Brief, 12.
- İpek, H. ve Çalık, M., 2008. Combining Different Conceptual Change Methods Within Four Step Constructivist Teaching: A Sample Teaching of Series and Parallel Circuits, International Journal of Environmental and Science Education, 3, 3, 143-153.
- Johnson, E., Bybee, R., Engroff, E., Gronen, E., Grubb, S., Hibbs, M., McLuckie, B., Sager, A. ve Woodwell, J., 1983. How-to-do-it. Acid Rain: Activities for Science Teachers, The American Biology Teacher, 45, 4, 228-238.
- Kabapınar, F., 2001. Ortaöğretim Öğrencilerinin Çözünürlük Kavramına İlişkin Yanılgılarını Besleyen Düşünce Birimleri, Yeni Bin yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

- Kala, N., Yaman, F. ve Ayas, A., 2012. The Effectiveness of Predict–Observe–Explain Technique in Probing Students’ Understanding about Acid–Base Chemistry: A Case for the Concepts of pH, pOH, and Strength, *International Journal of Science and Mathematics Education*, DOI 10.1007/s10763-012-9354-z.
- Karasar, N., 2007. *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, 17. Baskı. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karataş, Ö. F., Köse, S. ve Coştu, B., 2003. Öğrenci Yanılgılarını ve Anlama Düzeylerini Belirlemede Kullanılan İki Aşamalı Testler, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 13, 54- 69.
- Karlı, F. ve Çalık, M., 2012. “Can Freshman Science Student Teachers’ Alternative Conceptions of ‘Electrochemical Cells’ Be Fully Diminished?”, *Asian Journal of Chemistry*, 24, 2, 485-491.
- Kavak, N., Tufan, Y. ve Demirelli, H., 2006. Fen-Teknoloji Okuryazarlığı ve İnfomal Fen Eğitimi: Gazetelerin Potansiyel Rolü, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 3, 17-28.
- Keser, Ö. F., 2003. Fizik Eğitimine Yönelik Bütünleştirici Bir Öğrenme Ortamı Tasarımı ve Uygulaması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kılavuz, Y., 2005. The Effects of 5E Learning Cycle Model Based on Constructivist Theory on Tenth Grade Students’ Understanding of Acid-Base Concepts, Yüksek Lisans Tezi. Middle East Technical University, Ankara.
- Kıyıcı, G. ve Yumuşak, A., 2005. Fen Bilgisi Laboratuvarı Dersinde Bilgisayar Destekli Etkinliklerin Öğrenci Kazanımları Üzerine Etkisi: Asit-Baz Kavramları ve Titrasyon Konusu Örneği, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4, 4, 130-134.
- King, D., 2007. Teacher Beliefs and Constraints in Implementing a Context-Based Approach In Chemistry, *Teaching Science*, 53, 1, 14-18.
- King, D., ve Ritchie, S. M., 2007. Implementing a Context-based Approach in a Chemistry Class: Successes and Dilemmas, Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA: April.
- King, D., Bellocchi, A ve Ritchie, S. M., 2008. Making Connections: Learning and Teaching Chemistry in Context, *Research Science in Education*, 38, 365-384.
- King, D. T., Winner, E. ve Ginns, I., 2011. Outcomes and Implications of One Teacher’s Approach to Context-Based Science in the Middle Years, *Teaching Science*, 57, 2, 26-30.

- King, D., 2012. New Perspectives on Context-Based Chemistry Education: Using a Dialectical Sociocultural Approach to View Teaching and Learning, Studies in Science Education, 48, 1, 51-87.
- Klem, L., 2000. Structural Equation Modeling, InL. G. Grimm & P. R. Yarnold (Eds.), Reading and understanding more multivariate statistics (227-259). Washington, DC: American Psychology Association.
- Kline, R. B., 2005. Principles and Practice of Structural Equation Modeling, 2nd ed., NewYork, Guilford Press.
- Koballa, T. R., 1988. Attitude and Related Concepts in Science Education, Science Education, 72, 115-126.
- Kolb, D. A., 1981. Learning Styles and Disciplinary Differences, Jossey-Bass Inc., Publishers, San Francisco, California.
- Kolomuç, A., 2009. 11.Sınıf “Kimyasal Reaksiyonların Hızları” Ünitesinin 5E Modeline Göre Animasyon Destekli Öğretimi, Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kolomuç, A. ve Çalık, M., 2012. A Comparison of Chemistry Teachers’ and Grade 11 Students’ Alternative Conceptions of ‘Rate of Reaction’, Journal of Baltic Science Education (Accepted for Publication, 2012)
- Kortland, J., 2010. Scientific Literacy and Context-Based Science Curricula: Exploring the Didactical Friction between Context and Science Knowledge, Paper presented at the GDCP Conference, Potsdam, Germany.
- Kousathana, M., Demerouti, M. ve 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.
- Kovac, J., 1999. Student Active Learning Methods in General Chemistry, Journal of Chemical Education, 76, 107-109.
- Köse, S., 2004. Fenbilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Haritalarıyla Verilen Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Köseoğlu, F., Budak, E. ve Kavak, N., 2002. Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayanan Ders Materyali – Öğretmen Adaylarına Asit-Baz Konusu İle İlgili Kavramların Öğretilmesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi’nde sunulan bildiri, 16-18 Eylül 2002, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Köseoğlu, F., Tümay, H. ve Kavak, N., 2002. Yapılandırıcı 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 2002, Ankara, Bildiriler Kitabı II: 638-645.

Krantz, P. D. ve Barrow, L. H., 2006. Inquiry with Seeds to Meet the Science Education Standards, The American Biology Teacher, 68, 2, 92-97.

Kuhn, T., 1970. The Structure of Scientific Revolution, University of Chicago Press, Chicago.

Kurnaz, M. A. ve Çalık, M., 2008. Using Different Conceptual Change Methods Embedded within 5E Model: A Sample Teaching for Heat and Temperature, Journal of Physics Teacher Education Online, 5, 1, 3-10.

Kurnaz, M. A. ve Çalık, M., 2009. A Thematic Review of ‘Energy’ Teaching Studies: Focuses, Needs, Methods, General Knowledge Claims and Implications, Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies, 1, 1, 1-26.

Lakatos, I., 1970. Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes, Alıntı: Lakatos, I. ve Musgrave, A. (Eds.), Criticism and the Growth of Knowledge, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Liew, C., 2004. The Effectiveness of Predict- Observe- Explain Technique in Diagnosing Students’ Understanding of Science and Identifying Their Level of Achievement, Doctorate Thesis, Science and Mathematics Education Centre, Curtin University of Technology.

Lubben, F., Bennett, J., Hogarth, S. ve Robinson, A., 2005. A Systematic Review of the Effects of Context-Based and Science-Technology-Society (STS) Approaches in the Teaching of Secondary Science on Boys and Girls, and on Lower-Ability Pupils, Research Evidence in Education Library. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London.

Lynch, R. L. ve Padilla, M. J., 2000. Contextual Teaching and Learning in Preservice Teacher Education, National Conference on Teacher Quality, January 10, Washington DC.

Marek, E. A. 1986. They Misunderstand, but They’ll Pass, The Science Teacher, 32-35.

Markic, S. ve Eilks, I., 2006. Cooperative and Context-Based Learning on Electrochemical Cells in Lower Secondary Science Lessons - A Project of Participatory Action Research, Science Education International, 4, 17, 253-273.

Marks, R., Bertram, S. ve Eilks, I., 2008. Learning Chemistry and Beyond with a Lesson Plan on Potato Crisps, Which Follows a Socio-Critical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Lessons – A Case Study, Chemistry Education: Research and Practice, 9, 267-276.

- Marks, R. ve Eilks, I., 2010. Research-based Development of a Lesson Plan on Shower Gels and Musk Fragrances Following a Socio-Critical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching, Chemistry Education: Research and Practice, 11, 129-141.
- McDonald, R. P., ve Ho, M.H. R., 2002. Principles and Practice in Reporting Structural Equation Analyses, Psychological Methods, 7, 1, 64–82.
- MEB, 2008. Ortaöğretim Fizik Dersi 11. Sınıf Öğretim Programı, Talim Terbiye Kurulu, Ankara.
- MEB, 2009. Ortaöğretim Kimya Dersi 12. Sınıf Öğretim Programı, Talim Terbiye Kurulu, Ankara.
- Merriam, S. B. 1988. Case Study Research in Education, Jossey-Bass Inc. Publishers, San Francisco.
- Moore, R.W. ve Foy, R.L.H., 1997. The Scientific Attitude Inventory: A Revision SAI II, Journal of Research in Science Teaching, 34, 327–336.
- Morgil, İ., Yavuz, S., Oskay, Ö. Ö. ve Arda, S., 2005. Traditional and Computer-Assisted Learning in Teaching Acids and Bases, Chemistry Education Research and Practice, 6, 1, 52-63.
- Munby, H., 1983. "Thirty Studies Involving the Scientific Attitude Inventory": What Confidence Can We Have in This Instrument? Journal of Research in Science Teaching, 20,141-162.
- Munby, H., 1997. Issues of Validity in Science Attitude Measurement, Journal of Research in Science Teaching, 34, 337–341.
- 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, 34, 1077-1096.
- Navarra, A., 2006. Achieving Pedagogical Equity in the Classroom, Cord Publishing.
- Nentwig, P., Parchmann, I., Demuth, R., Grasel, C. ve Ralle, B., 2002. Chemie im Kontext - From Situated Learning in Relevant Contexts to a Systematic Development of Basic Chemical Concepts, Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium, Kiel, Germany.
- Newmark, A., 2004. Kimyanın Öyküsü, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 9. Basım, Ankara.
- Novak, D. J., 1988. Learning Science and the Science of Learning, Studies in Science Education, 15, 77–101.

- O'Connor, C. ve Hayden, H., 2008. Contextualising Nanotechnology in Chemistry Education, Chemistry Education Research and Practice, 9, 35-42.
- Outertatani, L., Dumon, A., Trabelsi, M. A. and Soudani, M., 2007. Acids and Bases: The Appropriation of the Arrhenius Model by Tunisian Grade 10 Students, International Journal of Science and Mathematics Education, 5, 483-506.
- Oversby, J., 2000. Is It a Weak Acid or a Weakly Acidic Solution? School Science Review, 81, 297, 89-91.
- Overton, T. L. ve Bradley, J. S., 2010. Internationalisation of the Chemistry Curriculum: Two Problem-Based Learning Activities for Undergraduate Chemists, Chemistry Education Research and Practice, 11, 124-128.
- Overton, T. L. ve Potter, N. M., 2011. Investigating Students' Success in Solving and Attitudes towards Context-Rich Open-Ended Problems in Chemistry, Chemistry Education Research and Practice, 12, 294-302.
- Özmen, H., 2002. Kimyasal Reaksiyonlar Ünitesindeki Kavramların Öğretimine Yönelik Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özmen, H., 2003. Kimya Öğretmen Adaylarının Asit ve Baz Kavramlarıyla İlgili Bilgilerini Günlük Olaylarla İlişkilendirebilme Düzeyleri, Kastamonu Eğitim Dergisi, 11, 2, 317-324.
- Özmen, H., 2008. Determination of Students' Alternative Conceptions about Chemical Equilibrium: A Review of Research and the Case of Turkey, Chemistry Education: Research and Practice, 9, 225-233.
- Özmen, H. ve Yıldırım, N., 2005. Çalışma Yapraklarının Öğrenci Başarısına Etkisi: Asit ve Bazlar Örneği, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 2, 2, 124-143.
- Özmen, H., Demircioğlu, G. ve Coll, R. K., 2009a. 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.
- Özmen, H., Demircioğlu, H. ve Demircioğlu, G., 2009b. The Effects of Conceptual Change Texts Accompanied with Animations on Overcoming 11th Grade Students' Alternative Conceptions of Chemical Bonding, Computers and Education, 52, 681-695.
- Özmen, H., Demircioğlu, G., Burhan, Y., Naseriazar, A. ve Demircioğlu, H., 2012. Using Laboratory Activities Enhanced with Concept Cartoons to Support Progression in Students' Understanding of Acid-Base Concepts, Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 13, 1, Article 8.

- Özsevgeç, T., 2006. Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeline Göre Geliştirilen Öğrenci Rehber Materyalinin Etkililiğinin Değerlendirilmesi, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 3, 2, 36-48.
- Özsevgeç, T., 2007. İlköğretim 5. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeline Göre Geliştirilen Rehber Materyallerin Etkililiklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Pabuçcu, A., 2008. Improving 11th Grade Students' Understanding of Acid-Base Concepts by Using 5E Learning Cycle Model, Unpublished PhD Thesis. Middle East Technical University, Ankara.
- Palmer, D. H., 2003. Investigating the Relationship Between Refutational Text and Conceptual Change, Science Education, 87, 5, 663 – 684.
- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., Ralled, B. ve the ChiK Project Group, 2006. “Chemie im Kontext”: A Symbiotic Implementation of a Context-Based Teaching and Learning Approach, International Journal of Science Education, 28, 9, 1041-1062.
- Petrucci, R. H., Harwood, W. S. ve Herring, F. G., 2008. Genel Kimya İlkeler ve Modern Uygulamalar 2, 8.baskıdan çeviri, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Pınarbaşı, T., Canpolat, N., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., 2006. An Investigation of Effectiveness of Conceptual Change Text-Oriented Instruction on Students' Understanding of Solution Concepts, Research in Science Education, 36, 313- 335.
- Pilling, G. M. ve Waddington, D. J., 2005. Implementation of Large-Scale Science Curricula: A Study in Seven European Countries, Journal of Science Education and Technology, 14, 4, 393-407.
- Pilot, A. ve Bulte, A. M. W., 2006. Why Do You “Need to Know”? Context-based education, International Journal of Science Education, 28, 9, 953-956.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. ve Gertzog, W. A., 1982. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, Science Education, 66, 211-227.
- Posner, G. J. ve Gertzog, W. A., 1982. The Clinical Interview and Measurement of Conceptual Change, Science Education, 66, 2, 195-209.
- Potter, N. M. ve Overton, T. L., 2006. Chemistry in Sport: Context-Based E-Learning in Chemistry, Chemistry Education Research and Practice, 7, 195-202.
- Ramsden, J., 1992. If it's Enjoyable, Is It Science? School Science Review, 73, 65–71.
- Ramsden, J., 1997. How Does a Context-Based Approach Influence Understanding of Key Chemical Ideas at 16? International Journal of Science Education, 19, 697-710.



- Roth, K. J., 1985. Conceptual Change Learning and Student Processing of Science Texts, Annual Meeting of the American Educational Research Association. Chicago, IL.
- Ross, H.B., 1989. High School Students' Concepts of Acids and Bases, Unpublished master's thesis, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada.
- Ross, B. ve 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.
- Sağlam, M., 2006. Işık ve Ses Ünitesi Konusunda 5E modeline Uygun Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Araştırılması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Saka, A., 2006. Fenbilgisi Öğretmen Adaylarının Genetik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde 5E Modeli'nin Etkisi, Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Saka, A. Z., 2011. Investigation of Student-centered Teaching Applications of Physics Student Teachers, Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, Special Issue, 51-58.
- Schmidt, H.-J., 1997. Students' Misconceptions-looking for a Pattern, Science Education, 81, 123–135.
- Schwartz, A. T., 2006. Contextualized Chemistry Education: The American Experience, International Journal of Science Education, 28, 9, 977–998.
- Seiger-Ehrenberg, S., 1981. Concept Development. Concept Learning: How to Make it Happen in the Classroom, Educational Leadership, 39, 1, 36- 43.
- Sevim, S., 2007. Çözeltiler ve Kimyasal Bağlanma Konularına Yönelik Kavramsal Değişim Metinleri Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sevinç, E., 2008. 5E Öğretim Modelinin Organik Kimya Laboratuvarı Dersinde Uygulanmasının Öğrencilerin Kavramsal Anlamalarına, Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine ve Organik Kimya Laboratuvarı Dersine Karşı Tutumlarına Etkisi, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sheppard, K., 2006. High School Students' Understanding of Titrations and Related Acid-Base Phenomena, Chemistry Education Research and Practice, 7, 1, 32-45.
- Sisovic, D. ve Bojovic, S., 2000. Approaching the Concepts of Acids and Bases by Cooperative Learning, Chemistry Education: Research and Practice, 1, 2, 263-275.
- Smith, L. A. ve Bitner, B. L., 1993. Comparison of Formal Operations: Students Enrolled in Chemcom Versus a Traditional Chemistry Course, Paper presented at the Annual

Meeting of the National Science Teachers Association, April 1–4, Kansas City, MO, USA.

Souders, J., 1999. Contextually Based Learning: Fad or Proven Practice, American Youth Policy Forum, July 9, Capitol Hill.

Sözbilir, M., Sadi, S., Kutu, H. ve Yıldırım, A., 2007. Kimya Eğitiminde İçeriğe/Bağlama Dayalı (Context-Based) Öğretim Yaklaşımı ve Dünyadaki Uygulamaları, 1. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi, 20-22 Haziran, Nişantaşı Nuri Akın Anadolu Lisesi, İstanbul, 108-109.

Stavy, R. ve Stachel, D., 1985. Children's Ideas About 'Solid' and 'Liquid', European Journal of Science Education, 7, 4, 407-421.

Stephen, S. J. V. ve Huziak-Clari, T. L., 2007. Tip-to-Tail: Developing a Conceptual Model of Magnetism with Kindergartners Using Inquiry-Based Instruction, Journal of Elementary Science Education, 19, 2, 45- 58.

Stolk, M. J., Bulte, A. M. W., de Jong, O. ve Pilot, A., 2009a. Towards a Framework for a Professional Development Programme: Empowering Teachers for Context-Based Chemistry Education, Chemistry Education: Research and Practice, 10, 164–175.

Stolk, M. J., Bulte, A. M. W., de Jong, O. ve Pilot, A., 2009b. Strategies for a Professional Development Programme: Empowering Teachers for Context-Based Chemistry Education, Chemistry Education: Research and Practice, 10, 154–163.

Sutman, F. ve Bruce, M., 1992. Chemistry in the Community – Chemcom, Journal of Chemical Education, 69, 564–567.

Şahin, Ç., 2010. İlköğretim 8. Sınıf “Kuvvet ve Hareket” Ünitesinde “Zenginleştirilmiş 5E Öğretim Modeli”ne Göre Rehber Materyaller Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Şahin, Ç. ve Çepni, S., 2012. 5E Öğretim Modeline Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Gaz Basıncı İle İlgili Kavramsal Anlamalarına Etkisi, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 6, 1, 220-264.

Şahin, Ç. ve Karşlı, F., 2008. Kimya Laboratuvarında Bilimsel Süreç Becerilerinin Kazandırılmasına Yönelik Çalışma Yaprağı Geliştirilmesi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 8. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ağustos, Bolu.

Taber, K. S., 2001. The Mismatch Between Assumed Prior Knowledge and The Learner's Conceptions: A Typology of Learning Impediments, Educational Studies, 27, 2, 159-171.

Taber, K. S., 2009. Progressing Science Education: Constructing the scientific research programme into the contingent nature of learning science, Dordrecht: Springer. Akt:

- Taber, K. S., 2011. Models, Molecules and Misconceptions: A Commentary on “Secondary School Students’ Misconceptions of Covalent Bonding”, Journal of Turkish Science Education, 8, 1, 3-18.
- Taber, K. S., 2011. Models, Molecules and Misconceptions: A Commentary on “Secondary School Students’ Misconceptions of Covalent Bonding”, Journal of Turkish Science Education, 8, 1, 3-18.
- Taber, K. S., ve Tan, K. C. D., 2011. The Insidious Nature Of ‘Hard Core’ Alternative Conceptions: Implications for the Constructivist Research Programme Of Patterns in High School Students’ And Pre-Service Teachers’ Thinking About Ionisation Energy, International Journal of Science Education, 33, 2, 259-297.
- Tamer, P. İ., 2006. Effect of Conceptual Change Texts Accompanied with Analogies on Promoting Conceptual Change in Acid and Base Concepts, Doktora Tezi, Middle East Technical University, Ankara.
- Tan, K. C. D., Taber, K. S., Goh, N. K. ve Chia, L. S., 2005. The Ionisation Energy Diagnostic Instrument: A Two-Tier Multiple-Choice Instrument to Determine High School Students’ Understanding of Ionisation Energy, Chemistry Education Research and Practice, 6, 4, 180-197
- Tan, K. C. D., Goh, N. K., Chia, L. S. ve Treagust, D. F., 2002. Development and Application of a Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument to Assess High School Students’ Understanding of Inorganic Chemistry Qualitative Analysis, Journal of Research in Science Teaching, 39, 4, 283-301.
- Tezci, E. ve Gürol, A., 2001. Oluşturmacı Öğretim Tasarımında Teknolojinin Rolü, IETC- November 28-30, Sakarya, Turkey.
- Tinnesand, M., 2002. ChemCom Contribution to the 2nd International IPN-YSEG Symposium, Paper presented at the 2nd International IPN – YSEG Symposium, October, Kiel, Germany.
- Toplis, R., 1998. Ideas about Acids and Alkalis, School Science Review, 80, 291, 67-70.
- Toprak, F. ve Çelikler, D., 2012. Genel Kimya Laboratuvarında 3E, 5E Öğrenme Halkalarının Kullanılmasının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 22, 1, 85-92.
- Townsend, J. ve Bunton, K., 2006. Indicators for Inquiry, Science and Education, February, 37-41.
- Tsai C-C., 2000. The Effects of STS Oriented Instructions on Female Tenth Graders’ Cognitive Structure Outcomes and the Role of Student Scientific Epistemological Beliefs, International Journal of Science Education, 22, 1099-1115.

- Treagust, D. F., 1988. The Development and Use of Diagnostic Instruments to Evaluate Students' Misconceptions in Science, International Journal of Science Education, 10, 159–169.
- Turgut, H., 2001. Fen Bilgisi Öğretiminde Yapılandırmacı Öğretim Yaklaşımı ile Modellendirilmiş Etkinliklerin Öğrencide Kavramsal Gelişime ve Başarıya Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Türk, F. ve Çalık, M., 2008. Using Different Conceptual Change Methods Embedded within 5E Model: A Sample Teaching of Endothermic- Exothermic Reactions, Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 9, 1, 1-10.
- Türkmen, L., 2002. Sınıf Öğretmenliği 1. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri ve Fen Bilgisi Öğretimine Yönelik Tutumları, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23, 218-228.
- Ural Keleş, P., 2009. Kavramsal Değişim Metinleri, Oyun ve Drama ile Zenginleştirilmiş 5E Modelinin Etkililiğinin Belirlenmesi: “Canlıları Sınıflandırılım” Örneği, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ural, A. ve Kılıç, İ., 2006. Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi, Genişletilmiş 2. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara.
- URL-1, <http://www.oecd.org/dataoecd/38/29/33707226.pdf> Chapter 3 of the publication "PISA 2003 Assessment Framework - Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills, 18 Ocak 2010.
- URL-2, [http://chss2.montclair.edu/sotillos/\\_meth/00000012.htm](http://chss2.montclair.edu/sotillos/_meth/00000012.htm) Methods and Materials Discussion Forum, Advance Organizers, 19 Ocak 2010.
- URL-3, <http://ttkb.meb.gov.tr/> Fen ve Teknoloji Dersi(4-5.Sınıflar) Öğretim Programı, 22 Ocak 2010.
- URL-4, <http://www.memurlarhaber.com/haber/flas-fizik-kimya-biyoloji-ve-diger-bolumlara-kapatiliyor-1055.htm> FLAŞ! Fizik Kimya Biyoloji ve diğer Bölümler KAPATILIYOR, 31 Mayıs 2012.
- URL-5, <http://eskisehir.egitimbirsen.org.tr/detay.php?id=135611&cid=52> Fizik, Biyoloji, Kimya Bölümleri Kapanıyor! 31 Mayıs 2012.
- URL-6, <http://www.personelmeh.net/egitim/fen-edebiyat-fakulteleri-cakildi-h65209.html>, Fen Edebiyat fakülteleri çakıldı, 02 Ekim 2012.
- URL-7, <http://www.miamisci.org/ph/Ipintro5e.html> Constructivism and Five E's, Miami Museum of Science, 18 Ocak 2010.

- URL-8, [http://egitim.giresun.edu.tr/fileadmin/user\\_upload/ders\\_icerikleri/fen\\_bil.\\_ders\\_icerikleri.pdf](http://egitim.giresun.edu.tr/fileadmin/user_upload/ders_icerikleri/fen_bil._ders_icerikleri.pdf) Lisans Ders İçerikleri, 31 Mayıs 2012.
- URL-9, [http://www.epa.gov/acidrain/education/site\\_students/lucy1.html](http://www.epa.gov/acidrain/education/site_students/lucy1.html) The Tale of Lucy Lake, 20 Ocak 2010.
- URL-10, ([http://egitek.meb.gov.tr/dersdesmer/son\\_deney/deneyler/deney15.htm](http://egitek.meb.gov.tr/dersdesmer/son_deney/deneyler/deney15.htm)) Asit ve bazların kuvvetliliğinin elektrik iletkenliği ile belirlenmesi, 15 Ocak 2010.
- URL-11, <http://www.boluolay.com/news.php?id=32403> Asit Yağmurları Kapımıza Dayandı, 17 Ocak, 2010.
- URL-12, <http://www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/EHSM/1222/unite11.pdf> Asitler ve Bazlar, 5 Ocak, 2010.
- URL-13, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Tampon\\_%C3%A7%C3%B6zelti](http://tr.wikipedia.org/wiki/Tampon_%C3%A7%C3%B6zelti) Tampon Çözelti, 25 Ocak 2010.
- URL-14, <http://www.bugday.org/article.php?ID=115> Zehirli Maddeler Kullanmadan Evde Temizlik, 5 Ocak 2010.
- URL-15, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Nitrik\\_asit](http://tr.wikipedia.org/wiki/Nitrik_asit) Nitrik Asit, 7 Ocak 2010.
- URL-16, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Potasyum\\_hidroksit](http://tr.wikipedia.org/wiki/Potasyum_hidroksit) Potasyum Hidroksit, 5 Ocak 2010.
- URL-17, <http://www.sabuntarifleri.com/> Sabun Tarifleri, 1 Şubat 2010.
- URL-18, <http://www.delinetciler.net/forum/bilgi-merkezi/59744-amonyak-ve-kullanim-alanlari.html> Amonyak, 20 Ocak, 2010.
- URL-19, <http://www.mailce.com/amonyak-nedir-nasil-olusur-amonyak-nelerde-kullanilir.html> Amonyak, 17 Ocak, 2010.
- URL-20, [www.ogretmenevi.net/files/tunahan\\_diger/asit\\_baz.doc](http://www.ogretmenevi.net/files/tunahan_diger/asit_baz.doc) Asit Baz, 18 Ocak 2010.
- URL-21, <http://www.genbilim.com/content/view/2934/75/>, Kanın pHı, 22 Ocak 2010.
- URL-22, <http://w3.balikesir.edu.tr/~hnamli/lab/d7.htm>, Hidroliz, 18 Eylül 2012.
- URL-23, <http://www.sterling-silver.ws%2Farticles%2Fsilver-jewelry%2Fsilver-sensitivity.htm&anno=2>, Nikel alerjisi, 2010
- URL-24, <http://www.mekanbursa.com/allergi-ve-cesitleri/56379-nikel-nedir-nikel-alerjisi-nedir-nikel-nerelerde-bulunur.html>, Nikel alerjisi, 2010

- Üce, M. ve Sarıçayır, H., 2002. Üniversite 1. Sınıf Genel Kimya Dersinde Asit-Baz Konusunun Öğretiminde Kavramsal Değişim Metinleri ve Kavram Haritalarının Kullanılması, M. Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 16, 163-170.
- Ünal, S., 2007. Kimyasal Bağlar Konusunun Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım: BDÖ ve KDM'nin Birlikte Kullanımının Kavramsal Değişime Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ültay, E., 2012. Implementing REACT Strategy in a Context-Based Physics Class: Impulse and Momentum Example, Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies, 4, 1, 233-240.
- Ültay, N. ve Çalık, M., 2011. Asitler ve Bazlar Konusu ile ilgili Örnekler Üzerinden 5E Modelini ve REACT Stratejisini Ayırt Etmek, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 5, 2, 199-220.
- Ültay, N. ve Çalık, M., 2012. A Thematic Review of Studies into the Effectiveness of Context-Based Chemistry Curricula, Journal of Science Education and Technology, DOI 10.1007/s10956-011-9357-5.
- Ültay, E. ve Ültay, N., 2013. Designing, Implementing and Evaluating a Context-Based Instructional Materials on Buoyancy Force, Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies, 5, 1, 385-394.
- Ürey, M. ve Çalık, M., 2008. Combining Different Conceptual Change Methods within 5E Model: A Sample Teaching Design of 'Cell' Concept And Its Organelles, Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 9, 2, 1-15.
- van Driel, J. H., 2005. The Conceptions of Chemistry Teachers about Teaching and Learning in the Context of a Curriculum Innovation, International Journal of Science Education, 27, 3, 303-322.
- Vincent, D., Cassel, D. ve Milligan, J., 2008. Will It Float? A Learning Cycle Investigation of Mass and Volume, Science and Children, February 2008, 36-39.
- Vos, M. A. J., Taconis, R., Jochems, W. M. G. ve Pilot, A., 2011. Classroom Implementation of Context-based Chemistry Education by Teachers: The Relation Between Experiences of Teachers and the Design of Materials, International Journal of Science Education, 33, 10, 1407-1432.
- Voska, K. W., Heikkinen, H. W., 2000. Identification and Analysis of Student Conception Used to Solve Chemical Equilibrium Problems, Journal of Research in Science Teaching, 37, 2, 160-176.
- Westbroek, H., Klaassen, K., Bulte, A. ve Pilot, A., 2005. Characteristics of Meaningful Chemistry Education, Research and the Quality of the Science Education, 67-76.
- Westbrook, S. L. ve Marek, E. A., 1991. A Cross-Age of Student Understanding of the Concept of Diffusion, Journal of Research in Science Teaching, 28, 8, 649-660.

- White, R. T. ve Gunstone, R. F., 1992. Probing Understanding, The Falmer Press, London.
- Wilder, M. ve Shuttleworth, P., 2005. Cell Inquiry: A 5E Learning Cycle Lesson, Science Activities, 41, 4, 37-43.
- Wilson, J. M., 1998. Differences in Knowledge Networks about Acids and Bases of Year-12, Undergraduate and Postgraduate Chemistry Students, Research in Science Education, 28, 4, 429-446.
- Winther A. A. ve Volk T. L., 1994. Comparing Achievement of Inner-City High School Students in Traditional versus STS-Based Chemistry Courses, Journal of Chemical Education, 71, 501-505.
- Wu, H. K., 2003. Linking the Microscopic View of Chemistry to Real-Life Experiences: Intertextuality in a High-School Science Classroom, Science Education, 87, 868–891.
- Yager R. E. ve Weld J. D., 1999. Scope, Sequence and Co-ordination: The Iowa Project, a National Reform Effort in the USA, International Journal of Science Education, 21, 169- 194.
- Yaman, F., Demircioğlu, G. ve Ayas, A., 2006. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Geliştirilen Etkinliklerin Öğrencilerin Asit ve Baz Kavramlarını Anlamaları Üzerine Etkileri, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara, 1017-1021.
- Yahşi, D., 2006. Farklı Laboratuvar Yaklaşımlarının İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Asit-Baz Konularındaki Kavramları Anlamalarına ve Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Yıldız, V. G., Yıldırım, A. ve İlhan, N., 2006. Üniversite Kimya Öğrencilerinin Asitler ve Bazlar Hakkındaki Bilgilerini Günlük Hayatla İlişkilendirebilme Düzeyleri, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 7-9 Eylül, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara, 1144 - 1147.
- Yılmaz, H., ve Çavaş, P. H., 2006. 4-E Öğrenme Döngüsü Yönteminin Öğrencilerin Elektrik Konusunu Anlamalarına Olan Etkisi, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 3, 1, 2-18.
- Yin, R. K., 1994. Case Study Research Design and Methods, Second edition, SAGE Publications, California.
- Yürük, N., 2007. The Effect of Supplementing Instruction with Conceptual Change Texts on Students' Conceptions of Electrochemical Cells, Journal of Science Education and Technology, 16, 6, 515-523.

- Ziyafet, E., 2008. Fen ve Teknoloji Dersinde Periyodik Çizelgenin Öğretiminde 5E Modelinin Öğrenci Tutum ve Başarısına Etkisi, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zoller, U., 1996. The Use of Examinations for Revealing and Distinguishing Between Students' Misconceptions, Misunderstandings and "No Conceptions" in College Chemistry, Research in Science Education, 26, 3, 317-326.
- Zollman, D., 1990, January. Learning Cycles for a Large-Enrollment Class, The Physics Teacher, 28, 20-25.



## 8. EKLER

### Ek 1. Asit ve Bazlar Konusuna Yönelik Olarak Geliştirilen Kavram Testi

Sevgili Öğrenciler,

Bu test sizin asit-baz konusundaki kavram bilginizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Test 3 bölümden oluşmaktadır ve toplam 35 soru vardır. Süreniz 30 dakikadır.

Arş. Gör. Neslihan ÜLTAY

**Ad:**

**Soyad:**

**Sınıf:**

**A.** Aşağıdaki soruları cevaplarken önce size en doğru gelen seçeneği işaretleyiniz daha sonra bu seçeneği seçme nedeninizi verilen nedenlerin arasından seçiniz.

1.  $pH=1$  ve  $pOH=5$  olan iki çözelti için  $pH=1$  olan çözelti daha asidiktir.

- a) Doğru\*
- b) Yanlış

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a)  $pH$  ile  $pOH$  birbirinden bağımsızdır.
- b)  $pH$ 'ı büyük olan daha asidiktir.
- c)  $pOH$  asitlik ölçüsü olamaz.
- d)  $pH$  arttıkça asitlik azalır.\*

2.  $HCl$  ve  $NH_3$  asittir. Ancak  $NH_3$  daha kuvvetlidir.

- a) Doğru
- b) Yanlış\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a)  $NH_3$ 'ün yapısında daha fazla H vardır.
- b)  $NH_3$ 'ün  $pOH$ 'ı daha büyüktür.
- c)  $NH_3$  hidrojen bağı içerdiğinden daha kuvvetlidir.
- d)  $NH_3$  H içermesine rağmen bazik yapıdadır.\*

3. Asitlerin sulu çözeltileri elektriği iletirken bazlar iletmez.

- a) Doğru
- b) Yanlış\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a) Bazlar da asitler gibi sulu çözeltilerinde iyonlaşırlar.\*
- b) Asitlerin yapılarında bulunan  $H^+$  iyonu elektrik iletimine yardım ederken bazlarda bulunan  $OH^-$  elektriği iletmez.
- c) Asitler bazlardan daha kuvvetli olduğu için elektriği iletirler.
- d) Elektrik iletkenliği maddenin  $pH$ 'ına bağlıdır

4. Derişik asitler seyreltik asitlerden her zaman daha kuvvetlidir.

- a) Doğru
- b) Yanlış\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a) Derişim asit kuvvetliliğiyle doğru orantılıdır.
- b) Derişim arttıkça çözeltinin içerdiği  $H^+$  iyonları arttığından kuvveti de artar.

**Ek 1'in devamı**

- c) Derişim ile asit kuvvetliliği arasında ilişki yoktur.  
d) Derişim artsa da asitin iyonlaşma yüzdesi değişmediğinden kuvveti değişmez.\*

5.  $\text{pH}=0$  olduğunda çözelti ne asidiktir ne de baziktir.  
a) Doğru  
b) Yanlış\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a) Ortamda ne  $\text{H}^+$  iyonları ne de  $\text{OH}^-$  iyonları bulunur.  
b) Ortamdaki  $\text{H}^+$  iyonları çok fazla olduğundan  $\text{pH}=0$  olduğunda çözelti asidiktir.\*  
c) Ortamda  $\text{H}^+$  iyonları bulunmadığından  $\text{pH}=0$  olduğunda çözelti baziktir.  
d) Ortamda  $\text{H}^+$  iyonları ve  $\text{OH}^-$  iyonları eşit sayıdadır.

6. Asit-baz tepkimelerinin hepsi nötrleşmeyle sonuçlanır.  
a) Doğru  
b) Yanlış\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a) Asit ve bazın ikisi de kuvvetliyse nötrleşme gerçekleşir.  
b) Asit ve baz birbirinin tersi özelliklere sahip olduklarından birbirlerini her zaman nötrleştirirler.  
c) Eşit hacim ve derişimdeki asit-baz tepkimelerinde asit veya bazdan hangisi kuvvetliyse çözelti onun özelliğini alır, her zaman nötr olmaz.\*  
d) Asit veya bazdan birinin kuvvetli olması nötrleşme için yeterlidir.

7. Meyveler baziktir.  
a) Doğru  
b) Yanlış\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a) Meyveler asidik olsaydı yenmezdi, çünkü asitler tehlikelidir.  
b) Meyvelerde organik asit bulunur ve vücudumuz için faydalıdır.\*  
c) Meyveler bazik özellik gösterir çünkü elimizi yakmazlar.  
d) Meyveler nötr olduğu için yiyebiliyoruz.

8.  $2\text{M HNO}_3$ ,  $1\text{M H}_3\text{PO}_4$ 'ten daha kuvvetli asittir.  
a) Doğru\*  
b) Yanlış

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a)  $\text{HNO}_3$  daha derişiktir.  
b)  $\text{HNO}_3$  daha fazla iyonlaşabilir.\*  
c)  $\text{HNO}_3$ 'ün sahip olduğu bağlar daha kuvvetlidir.  
d)  $\text{H}_3\text{PO}_4$  daha fazla H atomuna sahiptir.

9. Kuvvetli asitlerin  $\text{pH}'ı$  zayıf asitlerden daha büyüktür.  
a) Doğru  
b) Yanlış\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a)  $\text{pH}$  asit kuvvetinin değil şiddetinin ölçüsüdür.\*  
b) Kuvvetli asitlerde daha fazla H atomu bulunur.  
c) Kuvvetli asitler daha kuvvetli bağlara sahiptir.  
d) Asit kuvveti ile  $\text{pH}$  doğru orantılıdır.

**Ek 1'in devamı**

10. Toprakta ürün yetişebildiğine göre asidik değildir.

- a) Doğru
- b) Yanlış\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a) Asitler zararlıdır.
- b) Asitler yakıcı olduğundan ürünleri de yakardı.
- c) Toprak asidiktir ve ürün yetişebilir, ancak asitlik fazla olursa kireçlenir.\*
- d) Meyveler de bazik olduğuna göre toprak baziktir.

11. Poliprotik asitler veya bazlar suda çözündüğünde birden fazla proton veya OH<sup>-</sup> verebilen maddelerdir.

- a) Doğru\*
- b) Yanlış

Bu seçeneği seçmemin sebebi;

- a) Proton veren maddeler asit, alanlar ise bazdır.
- b) Hiçbir asit birden fazla proton veremez.
- c) Birden fazla hidrojeni veya hidroksiti iyonlaşabilen maddeler zayıf asit veya bazdır.
- d) Poliprotik asitler veya bazlar kaç tane iyonlaşabilen H veya OH'a sahipse o kadar basamakta iyonlaşırlar.\*

**B.** Aşağıdaki soruları cevaplarken önce size en doğru gelen seçeneği işaretleyiniz daha sonra bu seçeneği seçme nedeninizi açıklayınız.

1. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH molekülü sulu çözeltisinde OH<sup>-</sup> bulundurduğundan baz özelliği gösterir.
- b) NH<sub>3</sub> molekülü sulu çözeltisinde 3H<sup>+</sup> bulundurduğundan asit özelliği gösterir.
- c) HNO<sub>3</sub> molekülü sulu çözeltisinde H<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonlarını birlikte bulundurduğundan nötr özelliği gösterir.
- d) HCl'nin sulu çözeltisinde hidronyum iyonları oluştuğu için asit özelliği gösterir.\*
- e) HCOOH molekülü sulu çözeltisinde H<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonlarını birlikte bulundurduğundan amfoter özellik gösterir.

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: HCl<sub>(g)</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>(s)</sub> → H<sub>3</sub>O<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> + Cl<sup>-</sup><sub>(aq)</sub> Sulu çözeltisinde hidronyum iyonu oluştuğu için asidik özellik gösterir.*

2. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Sirke asidik olduğu için tadı ekşidir, elma bazik olduğu için tadı tatlıdır.
- b) Bazların sulu çözeltileri ele kayganlık hissi verir.\*
- c) Asitlerin sulu çözeltileri elektriği iletirken bazların sulu çözeltileri elektriği iletmezler.
- d) Asitler ve bazlar her zaman birbirinin tersi özellikler gösterirler.
- e) Asitler insan sağlığına zararlıdır, ancak bazlar zararlı değildir.

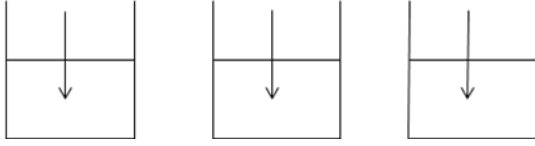
Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Bazların genel özelliklerinden biri de ele kayganlık hissi vermesidir. Örneğin sabun.*

## Ek 1'in devamı

3.



Yukarıdaki kaplarda eşit hacimlerde su bulunmaktadır. Bu kaplara üç farklı asidin eşit mol sayıları eklendiğinde asitlik kuvvetliliklerini karşılaştırmak için aşağıdaki özelliklerden hangisinden  **faydalanılamaz?**

- a) Elektrik iletkenlikleri
- b) Yapılarındaki H atomu sayısı\*
- c) İyonlaşma yüzdeleri
- d) Molekül yapıları
- e) Bağ ayrışma enerjileri

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Bir molekülün yapısında bulunan H sayısı ile asitlik kuvveti arasında ilişki yoktur. Örneğin  $CH_3COOH$  molekülünde 4 tane H atomu bulunmaktadır. Ancak  $HCl$ 'de 1 tane H atomu bulunmasına rağmen  $CH_3COOH$ 'ye göre daha asidik özellik gösterir.*

4. Aşağıda pH'ı verilen çözeltilerden hangisi **daha zayıf asit özelliği gösterir?**

- a) pH=1      b) pH=3      c) pH=7
- d) pH=10      e) pH=12\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: pH büyüdükçe asitlik şiddeti azalır. Dolayısıyla pH=12 durumu asitlik şiddetinin en az olduğu durumdur.*

5. Aşağıdaki maddelerden hangisi daha kuvvetli bazdır?

- a)  $NaOH^*$       b)  $Zn(OH)_2$       c)  $Al(OH)_3$
- d)  $HCOOH$       e)  $C_6H_5OH$

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: 1A grubu elementlerinin hidroksitli bileşikleri kuvvetli baz özelliği gösterdiğinden dolayı ve  $NaOH$ 'taki Na elementi de 1A grubu elementi olduğu için diğerlerine göre daha bazik özellik gösterir.*

6. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Bütün asitler ve bazlar elektriği aynı şekilde iletirler.
- b) Sadece asitler elektriği iletirler.
- c) Asitler zararlı olduğundan yiyeceklerimiz baziktir.
- d) Toprak asidik olamaz.
- e) Asitlerin tümü yakıcı değildir.\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

## Ek 1'in devamı

*Cevap: Asitlerin yakıcılık özelliği onların kuvvetli olmalarına göre değişkenlik gösterdiğinden asitlerin tümünün yakıcı olduğunu söylemek doğru değildir.*

7. Aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri **yanlıştır**?

- I. Asitlerden derişimi fazla olanın kuvveti de fazladır.
- II. pH değeri büyük olan madde daha kuvvetli asittir.
- III. Bazların kuvveti yapılarında buldukları OH sayısı ile orantılıdır.
- IV. pOH maddenin asitliği hakkında bilgi verir.

- a) I ve III    b) II ve IV    c) I, II ve III\*
- d) II ve III    e) II, III ve IV

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Asitlerin derişimi ile kuvveti arasında ilişki yoktur. Asitlik kuvveti onların iyonlaşma dereceleriyle ilgilidir. pH değeri büyük olan madde daha bazik özellik gösterir. pH ile asitlik özelliği ters orantılıdır. Bazların kuvveti ile sahip oldukları OH sayısı arasında ilişki bulunmamaktadır. Bazlık kuvveti iyonlaşabilen OH sayısı ile ilişkilidir.*

8. Aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

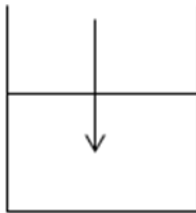
- a) Bütün asit ve bazların tepkimelerinden nötr tuz oluşur.\*
- b) Tuzların ortamdaki su molekülleriyle tepkimeye girmesine hidroliz denir.
- c) Tuzların bazıları hidroliz olmaz.
- d) Tuzlar asidik, bazik veya nötr olabilir.
- e) Tuzlar tepkimeye giren asit ve bazlardan hangisi daha kuvvetliyse onun özelliğini taşır.

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Bütün asit ve bazların tepkimesinden nötr tuz oluşmaz. Tepkimeye giren maddelerden hangisi kuvvetliyse çözeltili onun özelliğini gösterir. Eğer tepkimeye giren asit ve baz eşit kuvvetteyse nötr tuz oluşur.*

9.



Yandaki şekilde derişimi bilinen bir asit çözeltisi vardır. Çözeltiye yavaşça baz eklendiğinde aşağıdakilerden hangisi **gerçekleşmez**?

- a) Çözeltinin son hali nötr olabilir.
- b) Çözeltinin son hali asidik olabilir.
- c) Çözeltinin son hali bazik olabilir.
- d) Çözeltide tuz oluşur.
- e) Çözelti elektriği iletme özelliğini kaybeder.\*

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Çözeltiye baz eklendiğinde çözelti asit, baz veya nötr özellik gösterse bile değişmeyen tek şey onun elektriği iletme özelliğidir. Çünkü her durumda ortamda iyonlar bulunduğundan elektriği iyon hareketi ile iletmeye devam ederler.*

10. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

**Ek 1'in devamı**

- a) Kuvvetli asitler kuvvetli bağlara sahip olduklarından iyonlaşmaları düşüktür.
- b)  $pH=0$  olduğunda asitlikten veya baziklikten bahsedilemez.
- c)  $pH$  kavramı bir çözeltinin hem asitliği hem bazlığı hakkında bilgi verir.\*
- d) Çözeltilerde  $H_2O$  çözücü olarak bulunduğundan asidik veya bazik olamaz.
- e) Sadece kuvvetli asitlerle kuvvetli bazlar tepkimeye girebilir.

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: pH kavramı hem asitlik hem de bazlık hakkında bilgi verir.  $pH+pOH=14$  olduğundan dolayı çözeltinin asitlik veya bazlık şiddeti hakkında bilgi sahibi olunabilir.*

**11.** Eşek arısı soktuğunda o bölgeye sirke sürülür. Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Mikrobu öldürmesi için sirke sürülür.
- b) Eşek arısı sokması bazik olduğundan sirke sürülür.\*
- c) Sirke ateşi düşürsün diye sürülür.
- d) Sirke o bölgeyi temizlesin diye sürülür.
- e) Arının zehri ile bir tek sirke baş edebileceği için sürülür.

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Eşek arısı sokması bazik ve sirke asidik özellik göstermesinden dolayı birbirlerini nötrlemeleri için eşek arısı sokmasına sirke sürülür.*

**12.** Lewis asit-baz tanımına göre aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- a) Asitlik ve bazlık ile molekülün yapısı arasında ilişki yoktur.\*
- b)  $e^-$  çifti alabilen tanecikler asittir.
- c) Asitlik ve bazlık  $H^+$  ve  $OH^-$  ile sınırlı değildir.
- d)  $HCl$  bir Lewis asididir.
- e)  $NH_3$  bir Lewis bazıdır.

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Asitlik ve bazlık ile molekül yapısı arasında ilişki vardır. Örneğin bağ uzunluğu, bağ ayrışma enerjisi, elektronegatiflik molekülün asitliğini veya bazlığını etkileyen faktörlerdir. Bağ uzunluğu fazla olan moleküllerin bağlarının kopması daha kolay olacağından iyonlaşmaları daha fazla olur. Bu durumda asitliklerinin bağ uzunluğu daha kısa olan moleküllere oranla daha fazla olduğu söylenebilir. Bağ ayrışma enerjisi düşük olan moleküllerin asitliği bağ ayrışma enerjisi yüksek olan moleküllere oranla daha fazladır. Elektronegatifliği yüksek olan atomlar bulunduran moleküller bulundurmayanlara göre daha kolay iyonlaşacağından daha asidik özellik gösterirler.*

**C.** Aşağıdaki soruları cevaplarken doğru, yanlış ve bilmiyorum seçeneklerinden birini seçtikten sonra bu seçenekleri seçme nedeninizi boş bırakılan yere yazınız.

**1.** H atomu içeren maddeler asit, OH içeren maddeler bazdır.

- a) Doğru
- b) Yanlış\*
- c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

**Ek 1'in devamı**

*Cevap: Sulu çözeltilerinde proton veren maddeler asit, alanlar ise bazdır. H içerenler asit olsaydı NH<sub>3</sub>'ün asit özellik göstermesi gerekirdi ancak bazik özellik gösterir.*

2. Asit ve bazlar her zaman birbirinin tersi özellikler gösterirler.

a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Asit ve bazlar her zaman birbirinin tersi özellikler göstermezler. Örneğin her ikisi de elektriği iletir veya asitlerin tadı ekşiyken bazlarınki acıdır. Ekşi ve acı birbirinin tersi özellikler değildir.*

3. Bir asitin kuvvetliliği sahip olduğu H atomunun sayısına, bazın kuvvetliliği ise OH molekülünün sayısına bağlıdır.

a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Bir asitin veya bazın kuvvetliliği sahip olduğu H veya OH sayısı ile ilgili değildir. İyonlaşabilen H veya OH sayısı ile ilgilidir. Örneğin H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH'ı karşılaştırırsak C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH'te daha fazla H atomu bulunmasına rağmen asidik özelliği H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'e göre düşüktür, çünkü iyonlaşma yüzdesi daha düşüktür.*

4. Eşit derişimdeki kuvvetli asitlerin pH'ı zayıf asitlerden daha büyüktür.

a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: pH büyüdükçe çözeltilerde çözülmüş olan H<sup>+</sup> sayısı düştüğünden asitlik kuvveti azalır. Dolayısıyla kuvvetli asitlerin pH'ı zayıf asitlerin pH'ından düşüktür.*

5. Asitler bazlardan daha tehlikelidir.

a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Asitlerin de bazların da kuvvetli ve derişik olanları tehlikelidir. Örneğin kezzap ve çamaşır suları.*

6. Tuzların tümü hidroliz edilebilir.

a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Tuzların hepsi hidroliz edilemez. Örneğin kuvvetli asit ile kuvvetli bazın tepkimesinden oluşmuş olan nötr tuzlar hidroliz edilemez. NaCl ve KCl gibi.*

**Ek 1'in devamı**

7. pH ve pOH kavramları arasında bir ilişki yoktur.

- a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: pH ile pOH kavramları arasında ilişki vardır.  $pH+pOH=14$  olduğuna göre pH'ı bilinen bir çözeltinin pOH'ı da hesaplanabilir.*

8. Bütün asitler yakıcı maddelerdir.

- a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Asitlerin kuvvetli ve derişik olanları yakıcı özellik gösterirler. Ancak yediğimiz meyvelerde bulunan zayıf organik asitler yakıcı özellik göstermezler. Domates, elma gibi.*

9. H<sub>2</sub>O çözücü olarak kullanıldığına göre asit veya baz gibi davranamaz.

- a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: H<sub>2</sub>O tepkimelerde hem asit hem baz gibi davranabilme özelliğine sahiptir. Asidik ortamlarda baz, bazik ortamlarda ise asidik özellik gösterebilir. Bu onun amfoter özelliğinin bir sonucudur.*

10. Kuvvetli asitler kuvvetli bağlara sahip oldukları için ayrışmazlar.

- a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Kuvvetli asitler zayıf bağlara sahip oldukları için kolaylıkla iyonlaşabilirler. İyonlaşması yüksek olan maddeler de kuvvetli asit olarak kabul edilirler.*

11. Bütün asitler ve bazlar elektriği aynı şekilde iletir.

- a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Bütün asit ve bazlar elektriği aynı şekilde iletmezler, elektrik iletkenliği iyonlaşmalarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Örneğin kuvvetli asitlerin iyonlaşması fazla olduğundan elektriği iletme özelliği daha fazladır. Ancak zayıf asitlerin iyonlaşması düşük olduğundan elektrik iletkenliği de düşüktür.*

12. Brønsted-Lowry tanımı yalnızca asit-baz çiftleri ile ilgilendir.



**Ek 1'in devamı**

- a) Doğru b) Yanlış\* c) Bilmiyorum

Bu seçeneği seçmemin sebebi

.....

*Cevap: Brønsted-Lowry tanımı yalnızca asit-baz çiftleri ile ilgilenmemiştir. Sulu çözeltilerde proton veren madde asit, proton alan ise bazdır diyerek asit-baz tanımı yapmışlardır.  $NH_3$ 'ün bazik özellik,  $CO_2$ 'nin asidik özellik göstermesi bu tanımla açıklanabilmiştir.*



### Ek 3. Klinik Mülakat Soruları

A)

1. Asit nedir? Baz nedir? Bir maddenin asit veya baz olduğunu nasıl anlarsınız?
2. Asit-baz tanımlarından Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis tanımları hakkında neler söyleyebilirsin?
3. Asitliği ve bazlığı nasıl ölçersiniz? Bu ölçme ne işe yarar?
4. pH değeri artınca asitlik ne olur? Neden?
5. pOH değeri artınca bazlık ne olur? Neden?
6. pH ile pOH arasında nasıl bir ilişki vardır?
7.  $H_3PO_4$  ve HI'yı asitlik kuvveti açısından karşılaştırınız.
8. 1M HCl ve 3M HCl'nin kuvvetliliğini nasıl karşılaştırırsınız? Asit veya bazların kuvvetliliği nelere bağlıdır?
9. Poliprotik asit nedir? Örnek birkaç poliprotik asit söyleyebilir misiniz? Bu asitlerin poliprotik olduğuna nasıl karar verdiniz?
10. Asitler ve bazlar elektriği iletir mi? Elektrik iletkenlikleri neye bağlıdır?
11. Asit ve bazlarla günlük hayatta nerelerde karşılaşırız? Yiyeceklerimizin içerisinde var mıdır? Hangi yiyeceklerin içerisinde vardır?
12. Asitler mi bazlar mı daha tehlikelidir? Neden?
13. Asitler ve bazları tepkimeye soksak ne olur? Nötürleşme nedir? Tuz nedir?
14. Hidroliz nedir? Her tuz hidroliz olur mu? Neden? Örnek vererek açıklar mısınız?

B)

1. Kimya dersinin geleneksel yöntemden farklı olarak bağlam temelli/yapılandırmacı yaklaşımla işlenmesi hakkında ne düşünüyorsunuz? Neden?
2. Derslerin öğrenci merkezli mi yoksa öğretmen merkezli mi olması daha iyi? Neden?
3. Bundan sonraki kimya derslerinin de bu şekilde işlenmesini ister miydiniz? Neden?
4. Uygulamalarda gördüğünüz eksiklikler veya değişmesini istediğiniz noktalar var mı? Nelerdir?
5. Bu uygulamaların size neler kazandırdığını düşünüyorsunuz? Açıklayınız.
6. Arkadaşlarınızla grup çalışması yapmak size ne kazandırdı? Yaşadığınız aksaklıklar nelerdir? Açıklayınız.

**Ek 4. 5E Modeline Yönelik Ders Planı ve Materyaller****KONU: ASİT ve BAZLAR****KONUNUN ALT BAŞLIKLARI**

1. Asit-baz kavramı (Arrhenius Tanımı)
2. Brønsted-Lowry asitleri ve bazları
3. Suyun İyonlaşması (Su molekülleri arasında proton değişimi)
4. Kuvvetli asitler ve bazlar
5. Zayıf asit ve bazlar
6. Poliprotik asitler
7. İyon olarak asit ve bazlar (Hidroliz)
8. Moleküler yapı ve asit-baz davranışı (Brønsted-Lowry asit bazlarının kuvvetliliği)
9. Lewis asitleri ve bazları

**SÜRE:** 50 dakika \* 8 = 400 dakika**SEVİYE:** Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. Sınıf öğrencileri**Kazanımlar:**

1. Arrhenius Tanımını kavrayabilme.
2. Asit-baz kavramlarını kavrayabilme.
3. Brønsted-Lowry asit ve baz tanımını kavrayabilme.
4. Konjuge asit-baz çiftlerini gösterebilme.
5. Su molekülleri arasında proton değişimini kavrayabilme.
6. Kuvvetli asit ve bazları tanıyabilme.
7. pH ve pOH kavramlarını açıklayabilme.
8. Zayıf asit ve bazları tanıyabilme.
9. Poliprotik asitleri tanımlayabilme.
10. Poliprotik asitlerde iyonlaşmayı gösterebilme.
11. Hidroliz olayını kavrayabilme.
12. Asit ve bazların hidrolizini gösterebilme.
13. Molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasında ilişki kurabilme.
14. Bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasında ilişki kurabilme.
15. Asidik, bazik ve amfoterik oksitleri tanımlayabilme.
16. Oksoasitlerin ve organik asitlerin kuvvetliliğini belirleyebilme.
17. Lewis asit ve bazlarını kavrayabilme.

## Ek 4'ün devamı

### 1. Ders Planı:

**Süre:** 50 dakika \*3 = 150 dakika

### Zaman Çizelgesi

Girme (Enter/Engage) Basamağı	35 dakika
Keşfetme (Explore) Basamağı	35 dakika
Açıklama (Explain) Basamağı	30 dakika
Derinleşme (Elaborate) Basamağı	25 dakika
Değerlendirme (Evaluate) Basamağı	25 dakika

### Girme (Enter/Engage) Basamağı

- Öğrencilere bir ders önceden çeşitli resimlerin bulunduğu kağıtlar dağıtılır. Bir sonraki ders için bu resimlerle ilgili bir hikaye yazmaları istenir. Öğrenciler grupça hazırladıkları hikayeleri sınıfa getirirler ve gönüllü olan grupların hikayesi sınıfta okunur. Gösterilen resimler asit yağmurlarıyla ilgili olduğu için asit yağmurlarının etkilerinden bahsedildikten sonra kısaca asit, baz, pH ve pOH kavramlarına da değinilir.
- Gösterilecek resimler sırasıyla şöyledir:



## Ek 4'ün devamı



**Ek 4'ün devamı****Keşfetme (Explore) Basamağı**

- Bu basamakta öğrencilere deney yapmaları için verilen çeşitli malzemeleri benzer özelliklerine göre gruplandırmaları istenir. Ancak deney hakkında başka bir bilgi verilmez. Öğrenciler deney esnasında serbest bırakılır.
- Bu basamakta kazanılması beklenen davranışlar:
  1. Asit-baz kavramlarını kavrayabilme.
  2. pH ve pOH kavramlarını açıklayabilme.

**Ad:**  
**Soyad:**

**Grup Adı:**  
**Sınıf:**

**Deney: Asit – Bazları Tanıyalım****Deneyde kullanılacak madde ve malzemeler:**

Portakal Suyu	Diş macunu	Sirke	Turnusol kağıdı
Domates	Şampuan	Limon	pH kağıdı
Amonyak	Soda	Kola	Beher
Sıvı sabun	Su	Sü	

**Ek 4'ün devamı**

1. Yukarıda sıralanan maddeleri öncelikle turnusol kağıdı kullanarak gruplandırarak tabloya kaydediniz:

Asit	Baz	Nötr

2. 1 numaralı soruda herhangi bir gruba yerleştiremediğiniz bir madde oldu mu? Neden?
3. 1.sorudaki gruplandırmada maddelerin ortak özellikleri nelerdir? Gruplandırmayı hangi kriteri göz önünde bulundurarak yaptınız?
4. pH kağıdı kullanarak aynı maddelerin pH aralıklarını tespit ediniz.

Portakal Suyu	
Domates	
Diş macunu	
Şampuan	
Soda	
Su	
Amonyak	
Sıvı sabun	
Sirke	
Limon	
Kola	
Süt	

5. Yaptığınız gruplandırma işleminde turnusol kağıdının işlevi .....'dir.
6. 2 numaralı soruda yaptığınız işlemde pH kağıdının işlevi .....'dir.



**Ek 4'ün devamı**

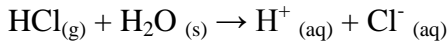
7. Yaptığınız deneyden yola çıkarak asit, baz, pH ve pOH'ı tanımlayınız.  
 Asit:  
 Baz:  
 pH:  
 pOH:

**Açıklama (Explain) Basamağı**

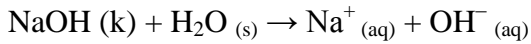
- Bu basamakta öncelikle öğrencilerle deneyde sorulan soruların cevapları tartışılır.
- Daha sonra öğrencilere konu ile ilgili teorik bilgilerin açıklamaları yapılır. Hedef kazanımlar şunlardır:
  1. Arrhenius Tanımını kavrayabilme.
  2. Brønsted-Lowry asit ve baz tanımını kavrayabilme.
  3. Konjuge asit-baz çiftlerini gösterebilme.
  4. Su molekülleri arasında proton değişimini kavrayabilme.
  5. Lewis asit ve bazlarını kavrayabilme.

**ARRHENIUS TANIMI**

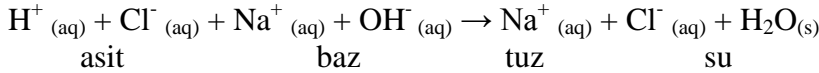
Asit ve bazların bazı davranışları Arrhenius'un yapmış olduğu çalışmalarla açıklanabilir. Arrhenius, kuvvetli bir elektrolitin, sulu çözeltilisinde iyonlar halinde, zayıf bir elektrolitin ise kısmen iyon, kısmen molekül halinde bulunduğunu ileri sürmüştür. Örneğin HCl molekülleri suda çözüldüğünde tamamen iyonlarına ayrışır.



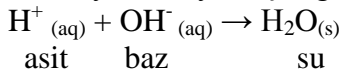
NaOH bazı suda çözüldüğünde katı halde mevcut olan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{OH}^-$  iyonları su moleküllerinin etkisiyle birbirlerinden ayrılırlar.



HCl ve NaOH'ın nötrleşme tepkimesi şöyle gösterilebilir:



Bu olayın net iyon eşitliği şöyledir:

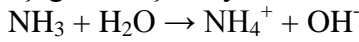


## Ek 4'ün devamı

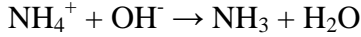
Buna göre Arrhenius tanımına göre nötrleşme tepkimesi hidrojen ve hidroksit iyonlarının su oluşturmak üzere birleşmesidir. Arrhenius tanımının açıklayamadığı konulardan biri  $\text{NH}_3$ 'ün baz olarak davranmasıdır. Arrhenius'a göre bütün bazlar  $\text{OH}^-$  içermelidir, oysa  $\text{NH}_3$ 'te  $\text{OH}^-$  yoktur. Arrhenius tanımının başarısız olmasının başlıca nedeni, çözünenin iyonlaşmasında çözücünün anahtar konumunda olduğunu göz ardı etmesidir.

### BRÖNSTED-LOWRY TANIMI

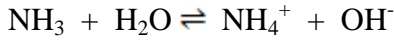
1923 yılında Brønsted Danimarka'da ve Lowry İngiltere'de birbirlerinden habersiz olarak yeni bir asit-baz tanımı önerdiler. Bu tanıma göre, proton veren madde asit, proton alan madde ise bazdır. Böylece Arrhenius tanımı ile açıklanamayan  $\text{NH}_3$ 'ün bazlığı için aşağıdaki eşitlik yazılabilir:



Tepkimede  $\text{H}_2\text{O}$  bir asittir ve  $\text{H}^+$  verir. Bu  $\text{H}^+$  iyonunu bir baz olan  $\text{NH}_3$  alır.  $\text{NH}_3$  zayıf bir baz olduğundan bu tepkimenin tersini de yazabiliriz. Bu yeni tepkimede  $\text{NH}_4^+$  bir asit,  $\text{OH}^-$  bir bazdır.

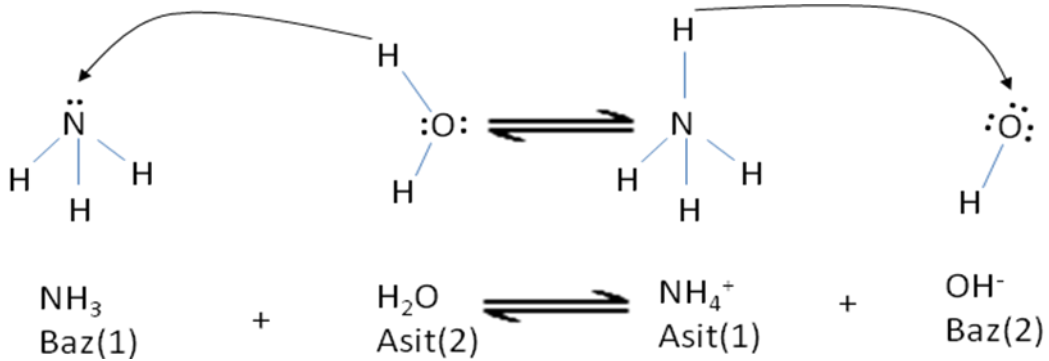


Tersinin tepkimeler çift okla gösterilir. Yazılan bu denge tepkimesinde dört taneciği de asit ve baz olarak işaretleyebiliriz.



baz(1) asit(2) asit(1) baz(2)

$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  çiftini (1),  $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$  çiftini (2) ile işaretledik. Bu çiftlere konjuge (eşlenik) çiftler denir. Konjuge asit baz çiftlerini belirlerken hangi çiftin (1) ve (2) ile gösterildiğinin bir önemi yoktur.  $\text{NH}_3$  bir proton aldığı için bazdır ve onun proton almış hali  $\text{NH}_4^+$ 'dir ve  $\text{NH}_3$ 'ün konjuge asididir.  $\text{H}_2\text{O}$  bir asit ve  $\text{OH}^-$  onun konjuge bazıdır.

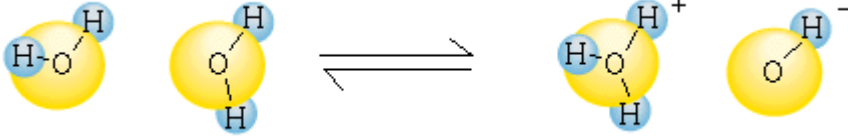
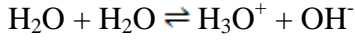


Bu tepkime için denge sabiti ifadesi:  $K_c = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$

Sulu amonyak çözeltisinde  $\text{H}_2\text{O}$  molekülleri, diğerlerine göre fazla sayıda olduğundan ve su çözücü olan aktifliği bir (1) olduğundan denge sabiti ifadesine yazılmaz:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \times 10^{-5}$$

## Ek 4'ün devamı



$$K = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

25°C'de saf su içerisinde:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ M}$

Suyun iyonlaşmasının denge sabitine su iyonları çarpımı denir ve  $K_{\text{su}}$  ile simgelenir.

$$K_{\text{su}} = 1,0 \times 10^{-14}$$

1909 yılında Danimarkalı kimyacı Soren Sorensen "hidrojen iyonu potansiyeli anlamında" pH terimini ortaya attı ve bu terimi  $[\text{H}^+]$  nin eksi logaritması diye tanımladı. Günümüzde pH,  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  nin eksi logaritması diye bilinir.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Hidroksit iyonunun derişimi ise pOH olarak ifade edilebilir.

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$K_{\text{su}}$  nun eksi logaritması alınabilir ve  $\text{p}K_{\text{su}}$  şeklinde ifade edilir.

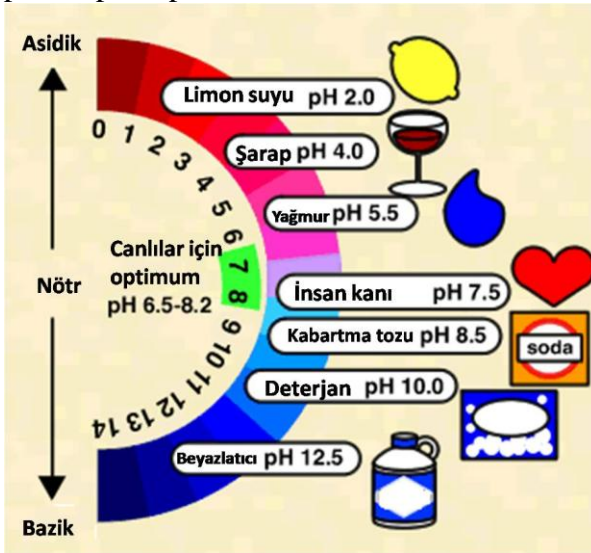
$$K_{\text{su}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$$

$$-\log K_{\text{su}} = -(\log[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]) = -\log(1,0 \times 10^{-14})$$

$$\text{p}K_{\text{su}} = -(\log[\text{H}_3\text{O}^+] + \log[\text{OH}^-]) = -(-14)$$

$$= -\log[\text{H}_3\text{O}^+] - \log[\text{OH}^-] = 14,00$$

$$\text{p}K_{\text{su}} = \text{pH} + \text{pOH} = 14,00$$



**Örnek:** Öğrenciler bir yoğurt örneğinin pH değerini 2,85 olarak bulmuşlardır. Yoğurttaki  $[\text{H}^+]$  ve  $[\text{OH}^-]$  derişimleri nedir?

**Ek 4'ün devamı****Cözüm:**

$$\text{pH} = 2,85$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = 2,85$$

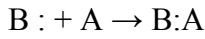
$$[\text{H}^+] = \text{antilog } 2,85 = 10^{-2,85} = 1,41 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 14 - 2,85 = 11,15$$

$$[\text{OH}^-] = \text{antilog } 11,15 = 10^{-11,15} = 7,08 \times 10^{-12} \text{ M}$$

**LEWIS ASİT BAZ TANIMI**

1923 yılında Lewis'in ortaya attığı tanıma göre asitlik ve bazlık  $\text{H}^+$  ve  $\text{OH}^-$  verme ile sınırlı değildir. Gaz ve katı fazlara da genişletilebilir. Lewis asidi elektron çifti alabilen, Lewis bazı ise elektron çifti verebilen taneciklerdir. Bir diğer deyişle ortaklanmamış elektron çifti taşıyan yani bir kovalent bağ oluşturmak için elektron çifti veren bileşik baz, kovalent bağ oluşturmak için bir bazdan elektron çifti alan bileşik asittir.



Bir türün başka bir türe elektron çifti vermesiyle kovalent kimyasal bağ oluşumuna koordinasyon denir ve Lewis asidi ile Lewis bazını birleştiren bağa ise koordine kovalent bağ denir.

Lewis asit-baz tanımının önemli bir uygulaması, kompleks iyonların oluşumlarını içermektedir. Hidratize metal iyonları sulu çözeltilerde oluşur, çünkü su molekülleri Lewis bazı olarak, metal iyonları ise Lewis asidi olarak davranır. Su molekülleri, metal iyonları ile koordine kovalent bağ oluşturarak bağlanırlar. Örneğin;

**Derinleşme (Elaborate) Basamağı**

- Bu basamakta öğrencilere tahmin-gözlem-açıklama yöntemi kullanılarak asit-bazların kuvvetliliğini elektrik iletkenliği ile açıklamaya çalışan bir deney yaptırılır.
- Öncelikle tahmin aşamasında öğrencilere HCl,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{NH}_3$ , NaOH ve distile su çözeltilerinin elektriği iletip iletmeyeceği hakkında tahminde bulunmaları istenir.
- Öğrenciler kendilerine dağıtılan kağıtlarda tahminlerini yazmaları için ayrılmış alana tahminlerini yazarlar.
- Gözlem aşamasında yine kağıtta açıklandığı gibi deneyi yaparlar. İlgili boşlukları doldururlar.
- Açıklama aşamasında ise tahmin aşamasında yaptıkları tahminlerle gözlem aşamasında buldukları sonuçları karşılaştırmaları istenir. Neden tahminlerinin doğru/yanlış çıktığı hakkında yorumlar yapmaları istenir. Bu yorumları önce kağıtta ayrılan boşluklara yazarlar, daha sonra sınıfta tartışılır.

**Ad:****Soyad:****Grup Adı:****Sınıf:****Tahmin et bakalım!**

Aşağıdaki maddeleri kuvvetli asit, kuvvetli baz, zayıf asit ve zayıf baz olarak dört gruba ayırınız.

## Ek 4'ün devamı

HCl, CH<sub>3</sub>COOH, NH<sub>3</sub>, NaOH

Kuvvetli Asit	Kuvvetli Baz	Zayıf Asit	Zayıf Baz

**Tahminimin nedeni** .....

.....

**Deney 2. Asit ve bazların kuvvetliliğinin elektrik iletkenliği ile belirlenmesi**

**Deneyin amacı:** Kuvvetli asit/baz çözeltisinde ve zayıf asit/baz çözeltisinde elektrik iletimini incelemek.

**Denevde kullanılacak madde ve malzemeler:**

1 M HCl çözeltisi	5 adet beher
1 M CH <sub>3</sub> COOH çözeltisi	Güç kaynağı
Distile su	Bağlantı kabloları
1 M NH <sub>3</sub> çözeltisi	Lamba 1,5 volt
1 M NaOH çözeltisi	Duy
	2 adet elektrot
	Pil yatağı
	Anahtar

**Deneyin Yapılışı:**

1. Etiketlediğiniz beherlere sırasıyla 1 M HCl, 1 M CH<sub>3</sub>COOH, distile su, 1 M NH<sub>3</sub> ve 1 M NaOH çözeltilerini dökün.
2. İletken kablolar, elektrotlar, pil ve anahtardan oluşan devreyi kurun.
3. Elektrotları sırayla çözeltilere daldırın.
4. Herbir çözeltilerde lambaların yanıp yanmadığını ve parlaklığının şiddetini not ediniz.
5. Hangi çözeltilerde lamba en parlak yandı?
6. Lambaların parlaklık şiddetlerini çözeltilere göre sıralayınız.
7. Lambaların parlaklığıyla asit/bazların kuvvetliliği arasında nasıl bir ilişki olabilir?
8. Aşağıdaki tabloyu deneyden elde ettiğiniz sonuçlara göre doldurunuz.

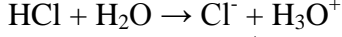
Asit		Baz	
Kuvvetli Asit	Zayıf Asit	Kuvvetli Baz	Zayıf Baz

9. Deneyde bulduğunuz sonuçlar deneyin başlangıcında yaptığınız tahminlerle aynı mı? Tahminlerinizin doğru/yanlış çıkmasının sebebi sizce ne olabilir?
10. Kuvvetli asit/zayıf asit ve kuvvetli baz/zayıf baz nedir? Açıklayınız.

## Ek 4'ün devamı

**KUVVETLİ ASİTLER VE BAZLAR**

Kuvvetli asitler ve bazlar sulu çözeltilerinde tamamen iyonlaşırlar. Örneğin;



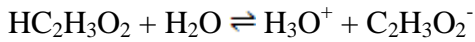
Bu eşitlikteki  $\text{H}_3\text{O}^+$ 'nın hemen hemen tümünün HCl'den geldiğini söylemek mümkündür. Çünkü suyun kendi kendine iyonlaşması belli bir sınıra kadar olmaktadır. Çözelti aşırı seyreltik değilse suyun iyonlaşmasından gelen  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonlarını ihmal ederiz.

Başlıca kuvvetli bazlar  $\text{OH}^-$ 'lardır. Bu bazlar suda çözüldüklerinde,  $\text{H}_2\text{O}$  molekülleri bazın kation ve anyonlarını ( $\text{OH}^-$ ) birbirinden tamamen ayırır. Suyun iyonlaşması belli bir sınıra kadar olduğu için bu iyonlaşmadan gelen  $\text{OH}^-$  iyonları ihmal edilebilecek kadar azdır.

Yaygın kuvvetli asitler ve bazlar	
Asitler	Bazlar
HCl	LiOH
HBr	NaOH
HI	KOH
$\text{HClO}_4$	RbOH
$\text{HNO}_3$	CsOH
$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
	$\text{Ca}(\text{OH})_2$

**ZAYIF ASİTLER VE BAZLAR**

Bir asidin molaritesi, çözeltiliye konmuş olan asidin miktarını gösterdiği halde,  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ve pH çözelti içindeki iyonlaşmayı gösterir. Her iki çözeltilde de su iyonları vardır. Fakat sudan gelen bu iyonlar ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Kuvvetli bir asit olan HCl suda tamamen iyonlaşır, ancak zayıf bir asit olan  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 'nin iyonlaşması tersinirdir ve bir denge konumuna ulaşır.



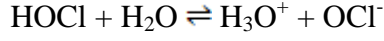
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-]}{[\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2]} = 1,8 \times 10^{-5}$$

$[\text{H}_3\text{O}^+]$  derişimini pH olarak gösterdiğimiz gibi, K denge sabitini de  $\text{pK}_a$  şeklinde gösterebiliriz. ( $\text{pK} = -\log K$ ) Öyleyse asetik asitin  $\text{pK}_a$  değerini aşağıdaki gibi gösterebiliriz:

$$\text{pK}_a = -\log K_a = -\log (1,8 \times 10^{-5}) = -(-4,74) = 4,74$$

Tıpkı denge sabitleri gibi  $K_a$  ve  $K_b$  değeri ne kadar büyükse denge o kadar sağa kaymıştır.

**Örnek:** Hipokloröz asit ( $\text{HOCl}$ ) içme sularının ve yüzme havuzlarının sularının dezenfektisinde kullanılır. 0,150 M  $\text{HOCl}$  çözeltisinin pH değeri 4,18'dir. Hipokloröz asidin  $K_a$ 'sı nedir?

**Ek 4'ün devamı****Cözüm:**

Başlangıç: 0,150 M

-

-

Değişme: -x M

+xM

+x

Denge: 0,150 - x

xM

xM

$$K_a = \frac{[\text{OCl}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HOCl}]} = \frac{x^2}{0,15-x}$$

$$-\log [\text{H}_3\text{O}^+] = \text{pH} = 4,18$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4,18} = 6,6 \times 10^{-5}$$

$$K_a = \frac{[\text{OCl}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HOCl}]} = \frac{(6,6 \times 10^{-5})(6,6 \times 10^{-5})}{(0,15 - 6,6 \times 10^{-5})} = 2,90 \times 10^{-8}$$

**Değerlendirme (Evaluate) Basamağı**

- Genel anlamda bu dersten ne öğrendiklerini yazmaları istenir. Dersin etkililiği hakkındaki düşünceleri sorulur.
- İkinci bir değerlendirme yöntemi olarak anlamlı tanılayıcı dallanmış ağaç kullanılır. Öğrencilerin buradaki soruları doğru/yanlış olarak seçip bir çıkış kapısına ulaşmaları beklenir. Öğrencilerin tanılayıcı dallanmış ağacı cevaplamaları için 5 dakika, değerlendirme için de yine 5 dakika süre verilir.

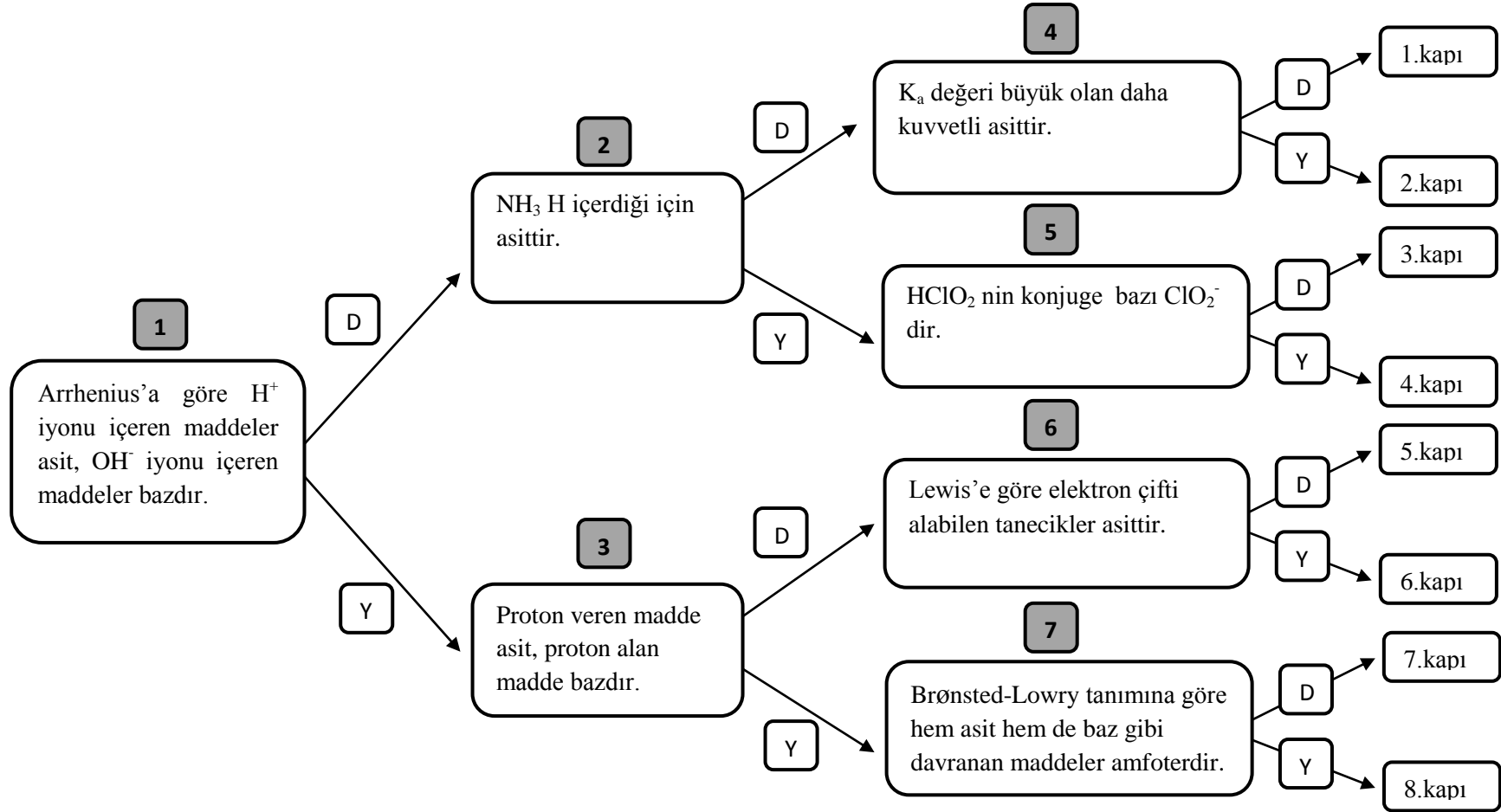
**Ad:**  
**Soyad:**

**Grup Adı:**  
**Sınıf:**

Bu dersten neler öğrendiğinizi örnekler vererek kompozisyon şeklinde yazınız.

## Ek 4'ün devamı

## TANILAYICI DALLANMIŞ AĞAÇ – 1





**Ek 4'ün devamı****DALLANMIŞ AĞAÇ DEĞERLENDİRMESİ -1**

Öğrenci 1 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiş, 4 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 2 doğru cevabı vardır, **2 puan alır.**

Öğrenci 2 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiş, 4 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 1 doğru cevabı vardır, **1 puan alır.**

Öğrenci 3 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiş, 5 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 3 doğru cevabı vardır, **3 puan alır.**

Öğrenci 4 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiş, 5 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 2 doğru cevabı vardır, **2 puan alır.**

Öğrenci 5 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 6 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 2 doğru cevabı vardır, **2 puan alır.**

Öğrenci 6 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 6 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 1 doğru cevabı vardır, **1 puan alır.**

Öğrenci 7 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 7 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 1 doğru cevabı vardır, **1 puan alır.**

Öğrenci 8 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 7 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin doğru cevabı yoktur, **0 puan alır.**

**Ek 4'ün devamı****2. Ders Planı:****Süre:** 50 dakika \*3 = 150 dakika**Zaman Çizelgesi**

Girme (Enter/Engage) Basamağı	10 dakika
Keşfetme (Explore) Basamağı	50 dakika
Açıklama (Explain) Basamağı	40 dakika
Derinleşme (Elaborate) Basamağı	15 dakika
Değerlendirme (Evaluate) Basamağı	35 dakika

**Girme (Enter/Engage) Basamağı**

- Dersin başında öğrencileri konuya hazırlamak için “poli nedir?” sorusu sorulur. Öğrencilerin düşünüp cevap vermesine fırsat tanındıktan sonra poliasit ne demek olabilir, ardından polibaz ne demektir soruları yöneltilir.

**Poli ne demektir?**

Polinin kökeni eski Yunancadaki *polus*'dan gelmektedir ve birden fazla, çoklu anlamında kullanılan bir ön ektir. Örneğin polimer en basit tanımıyla monomer denilen küçük moleküllerin birbirlerine eklenmesiyle oluşan uzun zincirli doğal sonucu olarak büyük mol kütleli bileşikler.

**Keşfetme (Explore) Basamağı**

- Keşfetme basamağında öğrenciler aşağıdaki deneyi yaparak poliprotik asit kavramını ve poliprotik asitlerde iyonlaşmayı fosforik asit örneği ile kavramış olacaklardır.

**Ad:****Soyad:****Grup Adı:****Sınıf:****Denev Adı:** Poliprotik Asitlerin İyonlaşması**Denevde kullanılacak madde ve malzemeler:**

0,1 M H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	pH metre	Büret	Mezür
0,1 M NaOH	Pipet	Beher	Metil Oranj
Fenolftaleyn			

**Denevin Yapılışı:**

- Büreti NaOH ile doldurunuz. Beherin içine 20 ml H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> koyunuz ve pH'ını pH metre yardımıyla belirleyip kaydediniz. Daha sonra 1. dönüm noktası için metil oranj ekleyiniz.
- Büreti yavaşça açınız ve damla damla NaOH'i fosforik asite ekleyiniz. Çözeltinin rengi değiştiği anda büreti kapatınız ve beherdeki asidin pH'ını pH metrenin göstermiş olduğu değerden kaydediniz.
- Büreti temizleyip aynı işlemleri bu kez fenolftaleyn indikatörü ile tekrarlayınız. Çözeltinin rengi değiştiği anda büreti kapatıp, beherdeki asidin pH'ını pH metreden okuyarak kaydediniz.

**Ek 4'ün devamı**

4. Çözeltinin renginin değişmesi ne anlama gelir?
5. Fosforik asite NaOH eklenmesiyle oluşan iyonlaşma reaksiyonlarını ve  $K_a$  formüllerini yazınız. ( $K_{a1} = 7,1 \times 10^{-3}$ ,  $K_{a2} = 6,3 \times 10^{-8}$ ,  $K_{a3} = 4,2 \times 10^{-13}$ )
6. Teorik olarak verilen  $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$  ve  $K_{a3}$  değerleri için hesap makinesiyle pH değerlerini hesaplayınız.  
 $pK_{a1} =$   
 $pK_{a2} =$   
 $pK_{a3} =$
7. NaOH'in eklenmesiyle çözeltinin renginin değiştiği anlarda ölçtüğünüz pH değerleriyle gerçek  $K_a$  değerlerinden elde ettiğiniz pH'lar arasında fark var mı? Varsa bu fark neden kaynaklanmış olabilir?
8. Poliprotik asit nedir? Poliprotik asitlerde iyonlaşma nasıl olur?

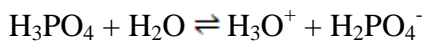
**Acıklama (Explain) Basamağı**

- Bu basamakta öğrencilere öncelikle deneyle ilgili soruları olup olmadığı sorulur. Deneydeki sorulara vermiş oldukları cevaplar irdelenir ve sınıfça tartışılır. Daha sonra konu ile ilgili teorik bilgilerin açıklamaları yapılır. Hedef kazanımlar şunlardır:
  1. Poliprotik asitleri tanımlayabilme.
  2. Poliprotik asitlerde iyonlaşmayı gösterebilme.

**POLİPROTİK ASİTLER (ÇOK PROTONLU ASİTLER)**

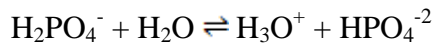
Tek protonlu zayıf asitlerde birden fazla H atomu bulunmasına rağmen iyonlaşabilen bir tek hidrojen atomları vardır. Fakat bazı asitlerin moleküllerinde iyonlaşabilen birden fazla H atomları bulunur. Böyle asitlere poliprotik (çok protonlu) asitler denir. Örneğin fosforik asit ( $H_3PO_4$ ).

Fosforik asitte iyonlaşabilen 3 tane H atomu vardır. Dolayısıyla 3 protonlu bir asittir. Üç basamakta iyonlaşır ve her iyonlaşma basamağı için birer denge eşitliği, denge sabiti ifadesi ve  $K_a$  değeri vardır.

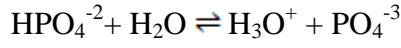


$$K_{a1} = \frac{[H_3O^+][H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]} = 7,1 \times 10^{-3}$$

## Ek 4'ün devamı



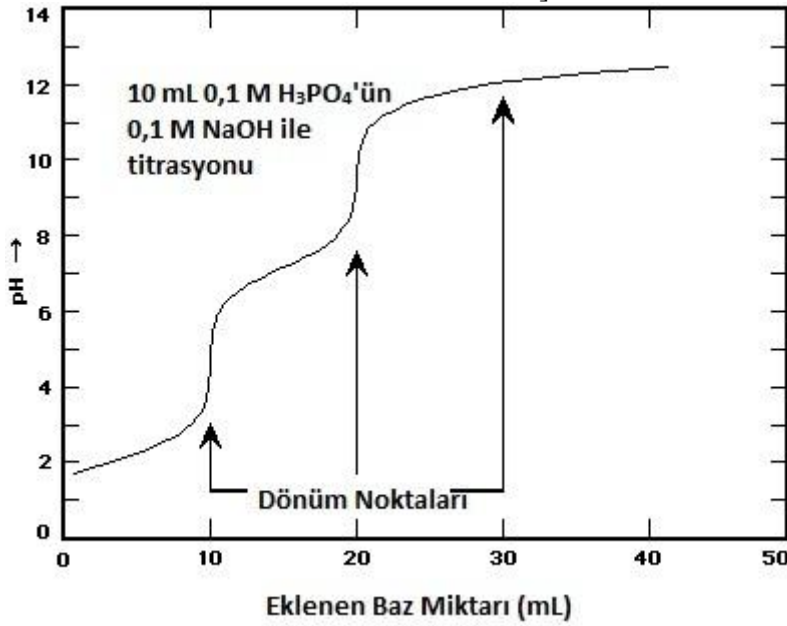
$$K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 6,3 \times 10^{-8}$$



$$K_{a3} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{HPO}_4^{2-}]} = 4,2 \times 10^{-13}$$

Fosforik asitin iyonlaşma sabitleri  $K_{a1} > K_{a2} > K_{a3}$  şeklindedir. Bu durumdan yola çıkarak:

- $K_{a1}$  değeri  $K_{a2}$  ve  $K_{a3}$  den çok daha büyüktür ve çözeltideki  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonunun çok büyük bir kısmı 1. iyonlaşmadan ileri gelir.
- Birinci iyonlaşma sonunda oluşan  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  nin çok az bir kısmı iyonlaştığından, çözeltide  $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$  alınabilir.
- Asidin molaritesi ne olursa olsun  $[\text{HPO}_4^{2-}] \approx K_{a2}$  kabul edilebilir.

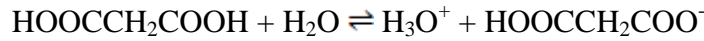


**Örnek:** Malonik asit iki protonlu bir asit olup, barbituratların üretilmesinde kullanılır.



1,00 M malonik asit çözeltisindeki  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ,  $[\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-]$  ve  $[\text{OOCCH}_2\text{COO}^-]$  derişimlerini hesaplayınız.

**Cözüm:**



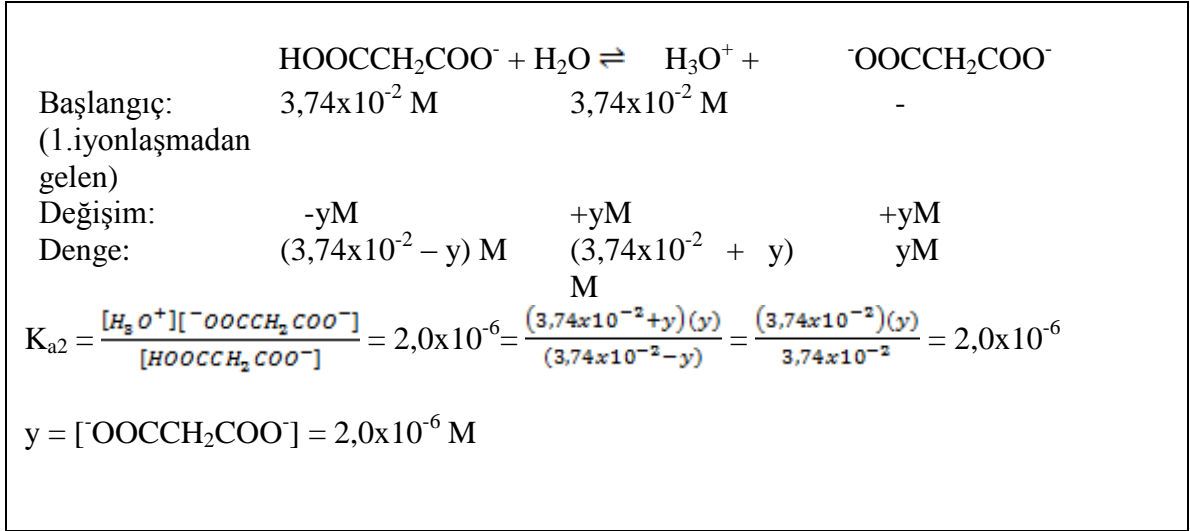
Başlangıç:	1,0 M	-	-
Değişim:	-x M	+xM	+xM
Denge:	(1-x) M	xM	xM

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-]}{[\text{HOOCCH}_2\text{COOH}]} = 1,4 \times 10^{-3} = \frac{x \cdot x}{(1-x)} = \frac{x^2}{1,0} = 1,4 \times 10^{-3}$$

$$x^2 = 1,4 \times 10^{-3}$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-] = 3,74 \times 10^{-2} \text{ M}$$

## Ek 4'ün devamı

**Derinleşme (Elaborate) Basamağı**

- Bu basamakta öğrencilere hidroliz konusunda sahip oldukları kavram yanlışlığını gidermeleri için kavramsal değişim metni dağıtılır.

**HİDROLİZ KAVRAMSAL DEĞİŞİM METNİ**



Acaba bütün tuzlar hidroliz olur mu?

Bazı öğrenciler bütün tuzların hidroliz olduğunu düşünmektedir.



Siz de bu öğrencilerle aynı fikirde misiniz?

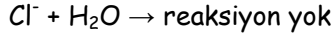
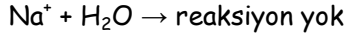
Cevabınız evetse bu konuda yanlış fikirlere sahipsiniz.



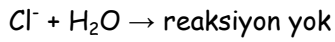
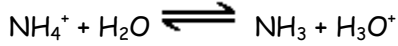
## Ek 4'ün devamı

**Eğer bütün tuzlar hidroliz oluyorsa NaCl neden hidroliz olmuyor?**

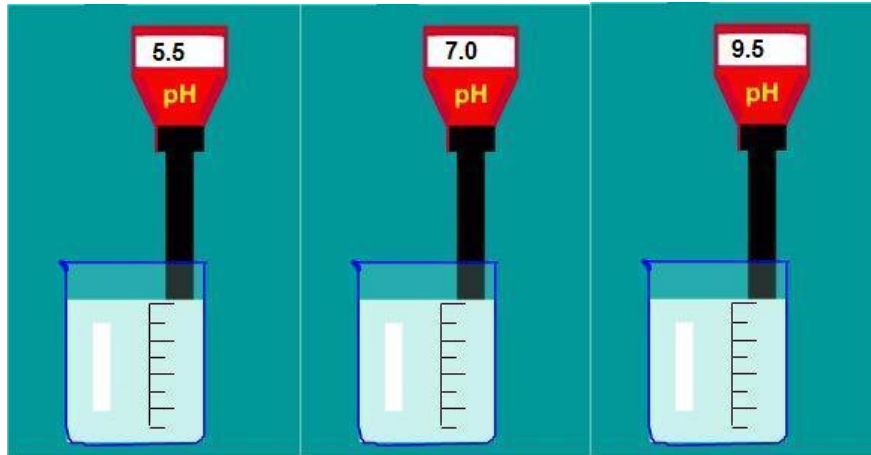
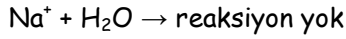
Saf suyun pH'nın 7 olduğunu biliyoruz. NaCl tuzu suya eklendiğinde  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarına ayrıştıktan sonra pH'ı tekrar ölçüldüğünde yine 7 bulunur.



Ancak suya  $\text{NH}_4\text{Cl}$  eklendiğinde pH'ın 5.5'e düştüğü görülür. pH'ın 5.5'e düşmesi için ortamda  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonu oluşturan bir tepkime olması gerekmektedir. Yani  $\text{NH}_4\text{Cl}$  suda çözüldükten sonra  $\text{NH}_4^+$  veya  $\text{Cl}^-$  iyonlarının birinin  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonu oluşturan bir tepkime vermesi gerekir.  $\text{Cl}^-$  iyonlarının tepkime vermediğini NaCl'den öğrendiğimize göre, o halde asitliği artıran  $\text{NH}_4^+$  iyonlarıdır.



Bu olaya amonyum iyonunun hidrolizi denir. Suyu amonyum asetat ( $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) eklenseydi, pH 9.5 olacaktı.



Buradan yola çıkarak diyebiliriz ki,

**Her tuz hidroliz olmaz!**

Hidroliz ancak zayıf asit veya zayıf bazın ürün olarak çıktığı tepkimelerde meydana gelir. Yani kuvvetli asit ve kuvvetli bazın oluşturmuş olduğu tuzlar hidroliz olmaz (Örneğin NaCl). Zayıf asit ve kuvvetli bazın tuzları, kuvvetli asit ve zayıf bazın tuzları veya zayıf asit ve zayıf bazın tuzları suyla tepkimeye girerek hidroliz olurlar.

**Değerlendirme (Evaluate) Basamağı**

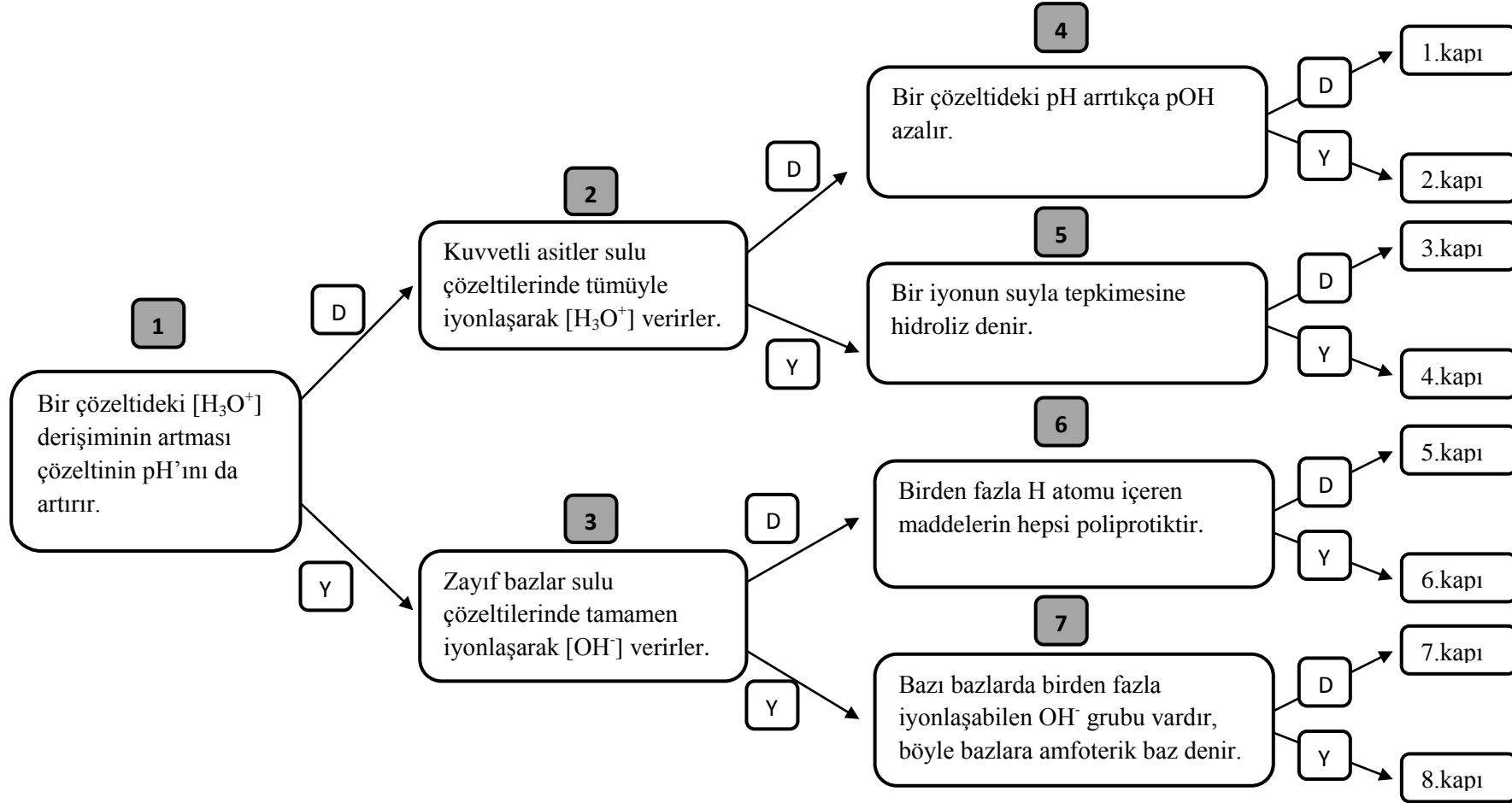
- Bu basamakta öğrenciler kendilerine dağıtılan soruları 25 dakika içinde bireysel olarak çözmeye çalışırlar.
- Daha sonra kendilerine dağıtılan tanılayıcı dallanmış ağaç kağıtlarındaki cümlelere doğru veya yanlış olarak değerlendirerek 5 dakika içinde bir çıkış kapısına ulaşmaya çalışırlar. Değerlendirme için ayrıca 5 dakika süre tanınır.

**Ek 4'ün devamı****Ad:****Grup Adı:****Soyad:****Sınıf:**

1. 0,50 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  çözeltisinde  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{HSO}_4^-$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$  derişimlerini hesaplayınız.
2. 0.1 M  $\text{H}_2\text{S}_{(\text{suda})}$  çözeltisindeki  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{HS}^-$  ve  $\text{S}^{2-}$  derişimlerini hesaplayınız. ( $K_{a1} = 9.1 \times 10^{-8}$ ,  $K_{a2} = 1.1 \times 10^{-12}$ )
3.  $\text{NaOCl}$ ,  $\text{KCl}$  ve  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  tuzlarının suyla oluşturduğu çözeltilerinin hangisinin asidik, bazik veya nötr olduğunu belirtiniz.
4. Sorbik asit ( $\text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_2$ ) gıda endüstrisinde koruyucu olarak kullanılan bir maddedir. Örneğin peynirde küf oluşumunu engellemek için potasyum sorbat kullanılır. 0.55 M derişimindeki potasyum sorbat çözeltisinin pH'ını hesaplayınız.  
$$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_2 \quad K_a = 1.73 \times 10^{-5}$$

## Ek 4'ün devamı

## TANILAYICI DALLANMIŞ AĞAÇ - 2





**Ek 4'ün devamı****DALLANMIŞ AĞAÇ DEĞERLENDİRMESİ -2**

Öğrenci 1 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 4 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 2 doğru cevabı vardır, 2 puan alır.

Öğrenci 2 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 4 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 1 doğru cevabı vardır, 1 puan alır.

Öğrenci 3 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 5 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 1 doğru cevabı vardır, 1 puan alır.

Öğrenci 4 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 5 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin doğru cevabı yoktur, 0 puan alır.

Öğrenci 5 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiş, 6 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 1 doğru cevabı vardır, 1 puan alır.

Öğrenci 6 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiş, 6 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 2 doğru cevabı vardır, 2 puan alır.

Öğrenci 7 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiş, 7 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 2 doğru cevabı vardır, 2 puan alır.

Öğrenci 8 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiş, 7 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 3 doğru cevabı vardır, 3 puan alır.

## Ek 4'ün devamı

**3. Ders Planı:****Süre:** 50 dakika \*2 = 100 dakika**Zaman Çizelgesi**

Girme (Enter/Engage) Basamağı	10 dakika
Keşfetme (Explore) Basamağı	20 dakika
Açıklama (Explain) Basamağı	25 dakika
Derinleşme (Elaborate) Basamağı	20 dakika
Değerlendirme (Evaluate) Basamağı	25 dakika

**Girme (Enter/Engage) Basamağı**

- Öğrencilerin ilgisini derse çekebilmek için derse bir soruyla başlanır. Örneğin “Asit/bazların kuvvetliliği neyle ilgili olabilir?”, “Kuvvetliliğin moleküllerin bağ enerjileriyle bir ilgisi olabilir mi?” “Kuvvetlilik başka nelerle ilişkili olabilir?” sorularıyla öğrencilerin konu hakkında fikir yürütmeleri istenir.

**Keşfetme (Explore) Basamağı**

- Bu basamakta öğrenciler kendilerine dağıtılan materyal yardımıyla asit-baz kuvvetliliği hakkında kendi çabalarıyla bilgi sahibi olmaya çalışırlar.

**Ad:****Soyad:****Grup Adı:****Sınıf:**

1.

	HI		HBr		HCl		HF
Bağ uzunluğu (pm)	160,9	>	141,4	>	127,4	>	91,7
Bağ ayrışma enerjisi (kJ/mol)	297	<	368	<	431	<	569

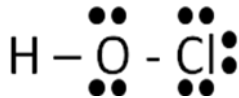
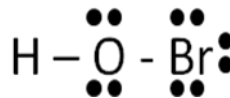
Asitlik kuvveti ise: HI &gt; HBr &gt; HCl &gt; HF

Yukarıdaki verilerden faydalanarak diyebiliriz ki bağ uzunluğu fazla olanın bağ ayrışma enerjisi düşüktür. Yani bağ ayrışma enerjisi küçük olan sulu çözeltide daha kolay iyonlaşabilir. Bir başka deyişle daha ..... asittir. HI'nın HF'den daha kuvvetli asit olmasının sebebi ..... bağlarıdır.

a) Asitlik kuvvetinin bağ uzunluğu ile nasıl bir ilişkisi vardır?

b) Asitlik kuvvetinin bağ ayrışma enerjisiyle nasıl bir ilişkisi vardır?

2. HOCl ve HOBr asitleri aynı Lewis yapısına sahiplerdir ve moleküllerin elektronegatiflikleri aşağıda verilmiştir.

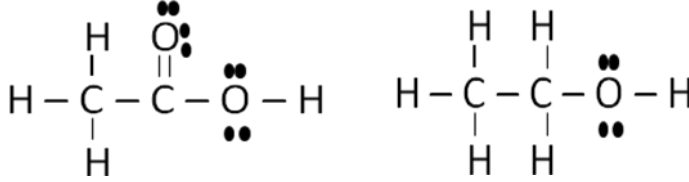
EN<sub>Cl</sub> = 3,0EN<sub>Br</sub> = 2,8

a) Hangisi daha kuvvetli asittir?

b) HOCl ve HOBr için kuvvetliliği etkileyen faktör .....

## Ek 4'ün devamı

c) .....dir.  
3.



a) Hangisi daha kuvvetli asittir?

b) Asetik asit ve etanol için kuvvetliliği etkileyen faktör.....dir.

4.  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $K_a=10^3$

$\text{H}_2\text{SO}_3$   $K_a=1.3 \times 10^{-2}$

Yukarıdaki örnekten yola çıkarak, asitlik .....  
.....'na bağlıdır.

5. Asit-bazların kuvvetliliğini belirlemede göz önünde bulundurulması gereken bir diğer nokta da iyonlaşma yüzdesidir. Buna göre,  $25^\circ\text{C}$ 'de 0,1M HCN ve  $\text{HNO}_2$  çözeltilerinin iyonlaşma yüzdesini hesaplayarak hangi asidin daha kuvvetli olduğunu belirleyiniz. ( $25^\circ\text{C}$ 'de, HCN için  $K_a=4,9 \times 10^{-10}$ ,  $\text{HNO}_2$  için  $K_a=5,6 \times 10^{-4}$ )

### Açıklama (Explain) Basamağı

- Bu basamakta öğrencilere öncelikle keşfetme basamağındaki cevapları hakkında sorular sorulur. Daha sonra keşfetme basamağındaki sorularına cevap olacak şekilde aşağıdaki kazanımları hedef alan konu ile ilgili açıklamalarda bulunulur. Kazanımlar:

- Molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasında ilişki kurabilme.
- Bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasında ilişki kurabilme.
- Oksoasitlerin ve organik asitlerin kuvvetliliğini belirleyebilme.

### **MOLEKÜL YAPISI VE ASİT-BAZ DAVRANIŞI**

HF zayıf asit olduğu halde HCl neden kuvvetli asittir? Asetik asit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) niçin etil alkolden ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) daha kuvvetli, klor asetik asitten daha zayıftır? Bu soruların cevabı maddelerin molekül yapılarındadır.

H-X bağının kuvveti arttıkça asitlik zayıflamaktadır.

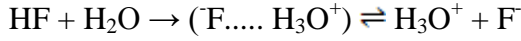
	<b>HI</b>		<b>HBr</b>		<b>HCl</b>		<b>HF</b>
Bağ uzunluğu (pm)	160,9	>	141,4	>	127,4	>	91,7
Bağ ayrışma enerjisi (kJ/mol)	297	<	368	<	431	<	569

Asitlik kuvveti ise:  $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$

## Ek 4'ün devamı

$$K_a = 10^9 > 10^8 > 1,3 \times 10^6 > 6,6 \times 10^{-4}$$

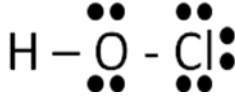
HF'in diğer halojen asitlerinden daha zayıf bir asit olması beklenmekle birlikte bu durum sadece bağ ayrışma enerjisiyle açıklanamaz. Hidroflorik asidin bu zayıflığı ancak kuvvetli hidrojen bağları yapabilmesiyle açıklanabilir. HF<sub>(aq)</sub> çözeltileri, hidrojen bağları sonucu meydana gelen iyon çiftleri içerir ve serbest H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> derişimi, olması gerekenden azdır.



iyon çifti

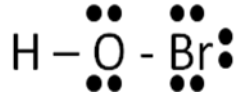
**Oksoasitlerin Kuvvetleri**

Oksoasitlerin bağıl kuvvetlerini belirlemek için O-H bağı elektronlarının merkez atoma doğru çekilmesini incelemek gerekir. O-H bağı elektronlarının çekilmesine neden olan etkenler merkez atomun elektronegatifliği ve asit molekülündeki O atomlarının sayısıdır. HOCl ve HOBr asitlerinin kuvvetlerini etkileyen başlıca etken elektronegatifliktir. Cl atomu Br'den daha elektronegatif olduğuna göre HOCl asidi HOBr'den daha kuvvetli asit olmalıdır.



$$\text{EN}_{\text{Cl}} = 3,0$$

$$K_a = 2,9 \times 10^{-8}$$

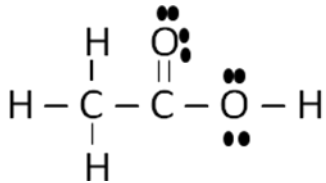


$$\text{EN}_{\text{Br}} = 2,8$$

$$K_a = 2,1 \times 10^{-9}$$

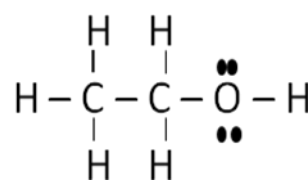
**Organik Asitlerin Kuvveti**

Asetik asit ile etanolun asitlik kuvvetlerini karşılaştıralım. Her iki bileşikte de OH grubu bulunmasına karşın asetik asit etanolden daha kuvvetli asittir.



Asetik Asit

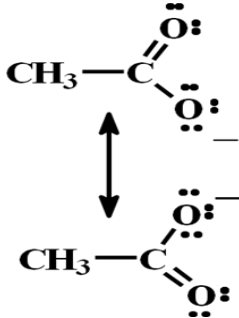
$$K_a = 1,8 \times 10^{-5}$$



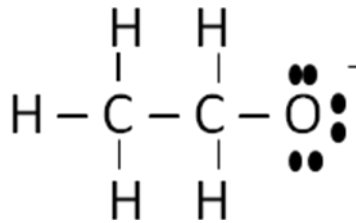
Etanol

$$K_a = 1,3 \times 10^{-16}$$

Bu iki bileşiğin büyük asitlik farkını asetik asitteki elektronegatif O atomunun OH bağından elektron çekmesiyle açıklayabiliriz. Bu bağ zayıflar ve H<sup>+</sup> verilmesi kolaylaşır. Ancak daha iyi bir açıklama iyonlaşma sonunda oluşan anyonların kararlılıklarına bakılarak yapılabilir.



Asetat iyonu



Etoksit iyonu

**Ek 4'ün devamı**

Asetat iyonunun iki rezonans sınır formülü vardır ve her bir karbon-oksijen bağı  $\frac{3}{2}$  değerinde, her bir O atomunun yükü  $\frac{1}{2}$  dir. Başka bir deyişle,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  deki negatif yük moleküle dağılmıştır. Bu yük dağılması, O atomlarının proton yakalama eğilimini azaltır ve asetat iyonunun zayıf bir baz olmasını sağlar. Etoksit iyonunda ise, negatif yük tek bir O atomu üzerinde birikmiştir ve bu iyonun proton yakalaması daha kolaydır. İşte bu nedenle, etoksit iyonu asetat iyonundan daha kuvvetli bir bazdır. Eşlenik baz ne kadar kuvvetli ise, karşılık gelen asit o kadar zayıf olacaktır.

**İyonlaşma Yüzdesi**

Asit-bazların kuvvetliliğini belirlemede göz önünde bulundurulması gereken bir diğer nokta da iyonlaşma yüzdesidir. Buna göre,  $25^\circ\text{C}$ 'de  $0,1\text{M}$  HCN ve  $\text{HNO}_2$  çözeltilerinin iyonlaşma yüzdeslerini hesaplayarak hangi asidin daha kuvvetli olduğunu belirleyelim.  
( $25^\circ\text{C}$ 'de, HCN için  $K_a = 4,9 \times 10^{-10}$ ,  $\text{HNO}_2$  için  $K_a = 5,6 \times 10^{-4}$ )

**Derinleşme (Elaborate) Basamağı****Ad:****Soyad:****Grup Adı:****Sınıf:**

# Bilin bakalım ben kimim?

1. Bazlarla tepkimelerimden tuz ve su oluşur. Su ile tepkimemden asit oluşur. Ametallerin oksijence zengin bileşikleriyim. Bilin bakalım ben kimim? .....oksit'im. Mesela  $\text{CO}_2$  bizim gruba örnektir. Bir diğer örnek .....'dir.  
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots\dots\dots$   
 $\text{CO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots\dots\dots$
2. Hem asitlerle hem bazlarla tepkimeye girerim. Hem asidik hem bazik davranabilirim. Bilin bakalım ben kimim? .....oksit'im. Mesela  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bizim gruba örnektir. Bir diğer örnek .....'dir.
3. Ametallerin oksijence eşit veya fakir olan oksitleridir. Asit, baz ve suyla tepkime vermem. Bilin bakalım ben kimim? .....oksit'im. Mesela CO bizim gruba örnektir. Bir diğer örnek .....'dir.
4. Diğer adım metal oksittir. Su ile tepkimemden baz oluşur. Asitlerle tepkimemden tuz ve su oluşur. Bilin bakalım ben kimim? .....oksit'im. Mesela CaO bizim gruba örnektir. Bir diğer örnek .....'dir.  
 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots\dots\dots$   
 $\text{CaO} + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots\dots\dots$

## Ek 4'ün devamı

**Değerlendirme (Evaluate) Basamağı**

- Öğrenciler kendilerine verilen molekül çiftlerinin hangilerinin daha kuvvetli asit/baz olduğuna karar verebilmek için kullanacakları yöntemleri sıralarlar, uygularlar ve hangisinin daha kuvvetli olduğunu belirlerler.
- Bu basamakta öğrencilere asit-baz kuvvetliliği konusu kapsamında hazırlanan dallanmış ağaç dağıtılır. Öğrenciler doğru/yanlış seçeneklerini seçerek bir sonuca ulaşırlar ve ulaştıkları sonuca göre (doğru cevap sayılarına göre) puan alırlar.

**Ad:**  
**Soyad:**

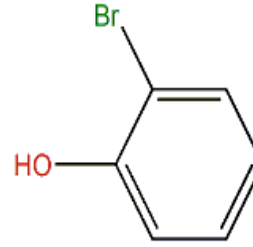
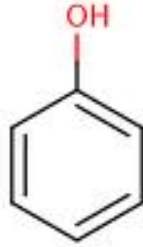
**Grup Adı:**  
**Sınıf:**

Aşağıdaki molekül çiftlerinden hangisinin daha kuvvetli asit/baz olduğunu hangi özellikleri göz önünde bulundurarak bu sonuca ulaştığınızı belirtiniz.

a)  $H_3PO_4$  ve  $HClO_3$

b)  $ClCH_2CH_2COOH$  ve  $CH_3CHClCOOH$

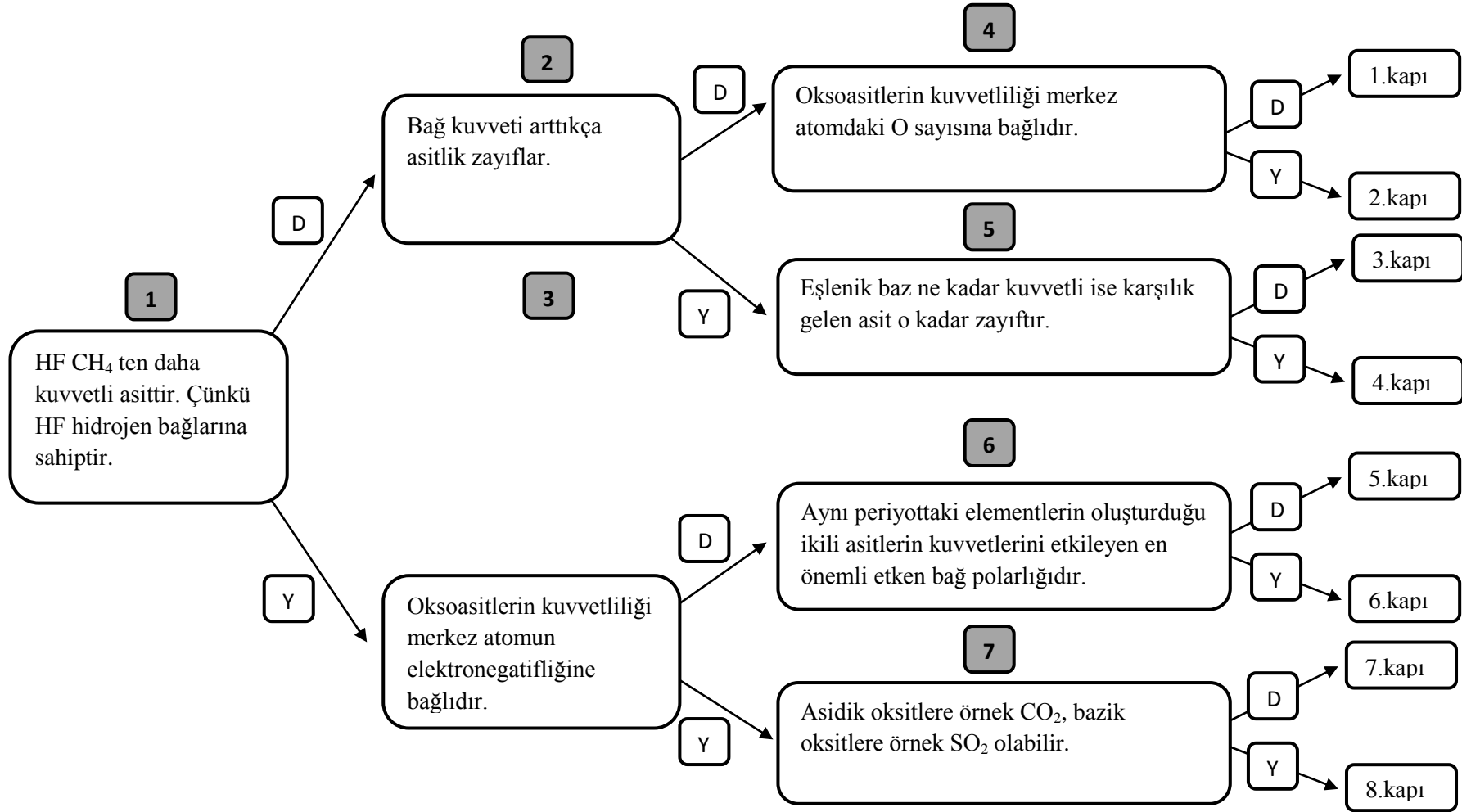
c) Fenol ve o-bromfenol



d)  $HIO$  için  $pK_a$  değeri 10,64,  $HIO_3$  için 0,77'dir. Asit kuvvetlerindeki bu büyük farkı açıklayınız.

## Ek 4'ün devamı

## TANILAYICI DALLANMIŞ AĞAÇ – 3



**Ek 4'ün devamı****DALLANMIŞ AĞAÇ DEĞERLENDİRMESİ -3**

Öğrenci 1 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 4 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 3 doğru cevabı vardır, 3 puan alır.

Öğrenci 2 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 4 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 2 doğru cevabı vardır, 2 puan alır.

Öğrenci 3 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 5 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 2 doğru cevabı vardır, 2 puan alır.

Öğrenci 4 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 2 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 5 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 1 doğru cevabı vardır, 1 puan alır.

Öğrenci 5 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 6 numaralı ifadeye doğru diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 1 doğru cevabı vardır, 1 puan alır.

Öğrenci 6 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiş, 6 numaralı ifadeye yanlış diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 2 doğru cevabı vardır, 2 puan alır.

Öğrenci 7 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 7 numaralı ifadeye doğru diyerek doğru cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin 1 doğru cevabı vardır, 1 puan alır.

Öğrenci 8 nolu çıkışa ulaşmış ise 1 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 3 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiş, 7 numaralı ifadeye yanlış diyerek yanlış cevap vermiştir. Bu durumda öğrencinin doğru cevabı yoktur, 0 puan alır.



**Ek 5. REACT Stratejisine Yönelik Ders Planı ve Materyaller****KONU: ASİT ve BAZLAR****KONUNUN ALT BAŞLIKLARI**

1. Asit-baz kavramı (Arrhenius Tanımı)
2. Brønsted-Lowry asitleri ve bazları
3. Suyun İyonlaşması (Su molekülleri arasında proton değişimi)
4. Kuvvetli asitler ve bazlar
5. Zayıf asit ve bazlar
6. Poliprotik asitler
7. İyon olarak asit ve bazlar (Hidroliz)
8. Moleküler yapı ve asit-baz davranışı (Brønsted-Lowry asit bazlarının kuvvetliliği)
9. Lewis asitleri ve bazları

**SÜRE:** 50 dakika \* 8 = 400 dakika**SEVİYE:** Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. Sınıf öğrencileri**Kazanımlar:**

1. Arrhenius Tanımını kavrayabilme.
2. Asit-baz kavramlarını kavrayabilme.
3. Brønsted-Lowry asit ve baz tanımını kavrayabilme.
4. Konjuge asit-baz çiftlerini gösterebilme.
5. Su molekülleri arasında proton değişimini kavrayabilme.
6. Kuvvetli asit ve bazları tanıyabilme.
7. pH ve pOH kavramlarını açıklayabilme.
8. Zayıf asit ve bazları tanıyabilme.
9. Poliprotik asitleri tanımlayabilme.
10. Poliprotik asitlerde iyonlaşmayı gösterebilme.
11. Hidroliz olayını kavrayabilme.
12. Asit ve bazların hidrolizini gösterebilme.
13. Molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasında ilişki kurabilme.
14. Bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasında ilişki kurabilme.
15. Asidik, bazik ve amfoterik oksitleri tanımlayabilme.
16. Oksoasitlerin ve organik asitlerin kuvvetliliğini belirleyebilme.
17. Lewis asit ve bazlarını kavrayabilme.

**Ek 5'in devamı****1. Ders Planı:****Süre:** 50 dakika \*3 = 150 dakika**Zaman Çizelgesi**

İlişkilendirme (Relating) Basamağı	35 dakika
Tecrübe Etme (Experiencing) Basamağı	65 dakika
Uygulama (Applying) Basamağı	25 dakika
İşbirliği (Cooperating) Basamağı	Grup ödevi (5 dakika)
Transfer Etme (Transferring) Basamağı	20 dakika

**İlişkilendirme (Relating) Basamağı****Konu:** Asit-baz kavramı ve pH-pOH kavramı**Kazanımlar:**

1. Asit-baz kavramlarını kavrayabilme.
2. pH ve pOH kavramlarını açıklayabilme.

**Dersin İşlenişi ile ilgili Öneriler:**

- Derse “Asit Yağmuru” adlı okuma parçasıyla başlanır. Öğrencilere okuma parçası dağıtıldıktan sonra dikkatlice okumaları ve parçanın içerisinde geçen asit-baz konusuyla ilgili anahtar kavramları bulmaları istenir. Parçada geçen ve bulunması beklenen kavramlar asit, pH ve asit yağmurudur. Asit kavramı baz kavramını, pH ise pOH kavramını öğretmek için uygun bir zemin hazırlar. Dolayısıyla asit, baz, pH ve pOH kavramları öğrenilmiş olur.
- Öğrenciler parçayı okuduktan ve anahtar kavramları bulduktan sonra öğrencilere buldukları anahtar kavramlar hakkında sorular sorulur. Bu kavramların anlamlarını öğrenciler tartışma ortamı içerisinde kendileri bulmaya ve hatırlamaya çalışırlar.

## Ek 5'in devamı

## OKUMA PARÇASI 1:

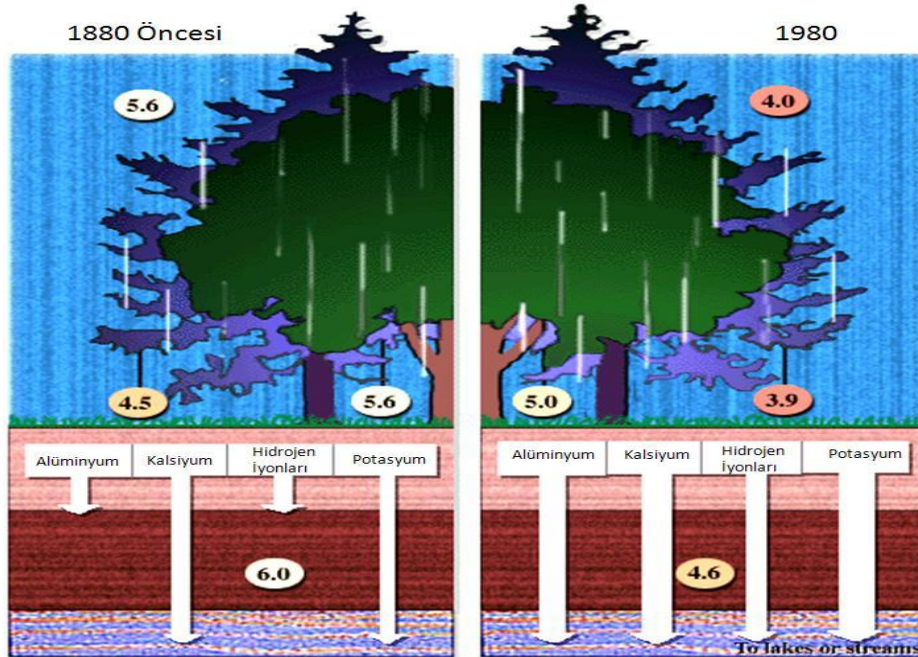


## ASİT YAĞMURU

1989 yılında Hollanda'da bilim adamları; bir orman kuşunun, normalinde ince ve gözenekli kabukları olan yumurta ürettiklerini fark ettiler. Böcek öldürücü olarak kullanılan DDT'nin 1960'larda ve 1970'lerde benzer etkileri tespit edilmişti; fakat modern pestisitlerin (zararlı böcek öldürücü) bu tip etkileri bilinmiyordu. Bu nedenle bilim adamları kuşların yumurtalarının sert olabilmesi için, gerekli olan kalsiyumu nasıl aldıklarını incelediler. Orman kuşu, normalde kalsiyum ihtiyaçlarını diyetlerinin büyük kısmını oluşturan salyangozlardan karşılar. Pestisitler salyangozları yok ettiği için, orman kuşu bu besini bulamamıştır. Kuru orman toprağı, normalde 5-10g kalsiyum/kg toprak içerirken; asit yağmurlarınca yıkanan bu toprakların kalsiyum içeriğı 0,3g kalsiyum/kg toprak seviyesine düşmüştür. Bu değer de salyangozların hayatlarını

sürdürebilmeleri için çok düşüktür. Salyangoz yiyemeyen kuşlar, kalsiyum temin etmek için kümeslerdeki ve piknik yerlerindeki yumurta kabuklarına akın etmeye başladılar.

Avrupa ve ABD'deki topraklarda kalsiyum oranının azalması asit yağmurlarına özellikle sülfürik asit içeren yağmurlara bağlanmıştır. Asit yağmuru bölgesel bir olay olduğu için yağmurun pH değeri nüfusun çok yoğun olduğu bölgelerde daha düşüktür, dolayısıyla asitlik oranı daha fazladır. Endüstrileşmiş ve nüfusun yoğun olduğu bölgelerdeki düşük pH değerine asidik oksit olan kükürt dioksit ( $SO_2$ ) ve azot oksitlerin ( $NO$  ve  $NO_2$ ) yol açtığı düşünülmektedir.



### Ek 5'in devamı

Nitekim ülkemizde de Orman Genel Müdürlüğü'nün, Bolu Aladağ'da 1590 rakımda bulunan Gökmar ormanlarında oluşturduğu gözlem istasyonundan alınan kar örneklerinin incelenmesi sonucu, ormanların asit yağmuruna maruz kaldığı tespit edildi. Sahadan her 15 günde bir kar örnekleri aldıklarını söyleyen Şerif Yüksel Araştırma Ormanı Şefi Seyfettin Kınış, eritilen karların laboratuvar ortamında yapılan incelemelerinde, kar suyundaki pH oranının 4.38'lere kadar düştüğünün tespit edildiğini belirtti. Asit yağmurlarının ormanlara zarar verdiğini açıklayan Seyfettin Kınış "Gözlem istasyonumuzdan 12 ay boyunca alınan kar, yağmur suyu, bitki örnekleri, toprak, ozon, ağaçların yaprak durumları, döküntülerin iklime göre gösterdikleri özellikleri gözlemliyoruz. Sahadan alınan kar örneklerini eriterek laboratuvar ortamında yaptığımız incelemelerde kar suyunda olması gereken 5.5 pH değerinin 4.38'lere kadar düştüğünü tespit ettik. Bu da asit yağmuru demektir. Asit yağmuru ağaçlara zarar vererek, ağaçların fotosentez yapmalarını azaltır. Bu da ağaçlarda artım kaybına yol açar. Ayrıca topraktaki asit miktarının düşmesi de ağaçların köklerinde çürümeye yol açar." dedi.

- Öğrencilere okuma parçası ile ilgili sorular sorularak onların daha önce tecrübe etmiş oldukları durumlar ortaya çıkarılır. Örneğin "Çevrenizde böyle bir olaya rastladınız mı veya duydunuz mu?", "Neler olmuştu, etkileri nelerdi?", "Nasıl önlemler alınmıştı?" gibi sorular sorulabilir.

### **Tecrübe Etme (Experiencing) Basamağı**

**Ad:**

**Soyad:**

**Grup Adı:**

**Sınıf:**

**Deney 1.** Asit ve bazları tanımak ve pH'larını ölçmek

**Gerekli Malzemeler:**

Portakal Suyu	Amonyak	Turnusol kağıdı
Diş macunu	Soda	pH kağıdı
Domates	Kola	
Şampuan	Sıvı sabun	
Sirke	Su	
Limon	Süt	

**Deneyin Yapılışı:**

- Öncelikle elinizdeki malzemelerin asit mi baz mı olduğunu belirlemek için turnusol kağıdını kullanarak aşağıdaki tabloya kaydediniz.


- Daha sonra pH aralıklı kağıtlar aracılığıyla malzemelerin pH aralıklarını belirleyin ve bir pH skalası oluşturun. pH skalasına normal yağmur suyunun ve asit yağmurunun da pH'ını eklemeyi unutmayın.

**Ek 5'in devamı**

pH=0	pH=7	pH=14
------	------	-------

- Deneyden yola çıkarak asitin tanımını yapınız.
- Deneyden yola çıkarak bazın tanımını yapınız.
- Deneyden yola çıkarak turnusol kağıdının işlevini açıklayınız.
- Deneyden yola çıkarak pH'ın tanımını yapınız.
- Deneyden yola çıkarak pOH'ın tanımını yapınız.

- Bu basamakta öğrenciler deneyin yapılışının hemen ardından bir önceki ders kendilerine verilmiş olan sunum ödevlerini sınıfta arkadaşlarının önünde 25 dakika içinde sunarlar. Böylece uygulama basamağına geçmeden önce konunun teorik kısmına da değinilmiş olur.

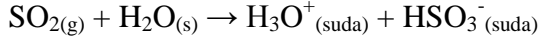
Öğrencilere geçen ders verilmiş olan ödevlerin sunumu yapılır.

**Ödev:** Aşağıdaki sorulara cevap olacak şekilde 25 dakikalık bir ders sunumu hazırlayınız:

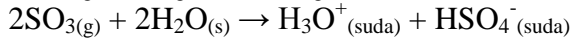
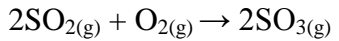
1. Arrhenius asit baz tanımı nedir?
2. Brønsted-Lowry asit ve bazı nedir?
3. Konjuge asit-baz çifti nedir? Konjuge asit-baz çiftlerini gösterirken asit yağmurunun oluşuma sebebiyet veren reaksiyonlardan örnekler kullanınız.
4. Su molekülleri arasında proton değişimi nasıl olur? Gösteriniz.
5. Lewis asit ve bazı nedir? Örnekler veriniz.

**Öğrenci Sunumu**

- Konjuge asit-baz çiftlerine örnek verirken asit yağmurlarının oluşuma sebebiyet veren fosil yakıtların yanması sonucu oluşan kükürt dioksitin yağmur suyuyla vermiş olduğu reaksiyon kullanılabilir.



Havada aerosol ve toz halinde maddeler varsa, kükürt dioksit, atmosferik oksijenle kükürt trioksit oluşturmak üzere reaksiyona girebilir. SO<sub>3</sub> ise su ile sülfirik aside dönüşebilir.

**Uygulama (Applying) Basamağı**

Öğrenciler kendilerine dağıtılan testteki soruları bireysel olarak cevaplamaya çalışırlar.

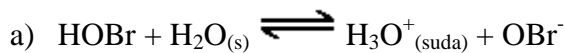
## Ek 5'in devamı

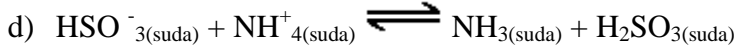
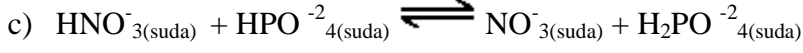
**Ad:**  
**Soyad:**

**Grup Adı:**  
**Sınıf:**

**TEST - 1**

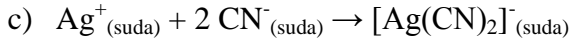
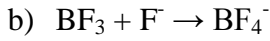
1. Asit.....dır, baz ise.....dır.
2. ....asitler suda tamamen iyonlarına ayrışır.
3. Bir çözeltideki asit/baz derişiminin bilinmesi bize çözeltinin ...../.....'si hakkında bilgi verir.
4. Bir çözeltinin pH'ı ..... ise, çözelti nötr'dür.
5. Bir çözeltinin OH<sup>-</sup> derişimini artırmak çözeltinin ..... 'sini artırmak anlamına gelir.
6. Bir çözeltinin H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> derişimini artırmak için .....yapılabilir.
7. 0,4 M Ba(OH)<sub>2(suda)</sub> çözeltisinin H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> derişimini hesaplayınız.
8. 0,03M HCl<sub>(suda)</sub> çözeltisinin pOH'ı nedir?
9. 0,05 M KOH<sub>(suda)</sub> çözeltisinin pH'ı nedir?
10. 0,2 M 300 ml NaOH çözeltisi ile 0,4 M 200 ml HCl çözeltisi karıştırıldığında çözeltinin pH'ı ne olur?
11. CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>'nin konjuge asidi .....dir.
12. HNO<sub>3</sub>'ün konjuge bazı .....dir.
13. Aşağıdaki reaksiyonlarda konjuge asit ve bazları gösteriniz.



**Ek 5'in devamı**

14. Lewis teorisine göre asit ....., baz ise .....

15. Lewis teorisine göre aşağıdaki reaksiyonlardaki asit ve bazları belirleyiniz.



- Öğrencilerle soruların cevapları tartışılır. Gönüllü öğrenciler vermiş oldukları cevapları sınıfta tekrar ederler, diğer öğrencilerin de yardımıyla varsa hatalar düzeltilir, gerekli açıklamalar yapılır.

**İşbirliği (Cooperating) Basamağı** (Grup çalışması ödevi)

Ayrıca öğrencilerden “kanın pH’ı düştüğünde veya yükseldiğinde bunun insan vücudu açısından ne gibi sonuçları vardır” sorusunu araştırıp cevaplamaları istenir ve grupça bir ödev hazırlar.

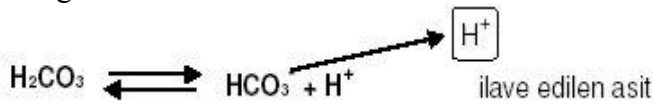
## Ek 5'in devamı

### Kanın pH'ı Düştüğünde veya Yükseldiğinde Bunun İnsan Vücudu Açısından Ne Gibi Sonuçları Vardır?

Normalde 7,4 olan kan plazmasının pH'ı 0,4'ten daha fazla düşerse kan oksijen taşıma özelliğini kaybettiğinden ölme olasılığı vardır. pH, vücutta asidik şartlar ortaya çıkaran bir hastalık veya şokun sonucunda düşebilir. Ayrıca, ciddi yanıkların iyileşme devresinin ilk basamaklarında olabildiği gibi, kan plazmasının pH'ı 7,8'e yükselirse de ölüm tehlikesi söz konusudur.

Kan ve benzeri biyolojik sıvıların işlevlerini yerine getirebilmeleri için, ortamın pH değeri belirli olmalı ve ani değişiklikleri engellemelidir.

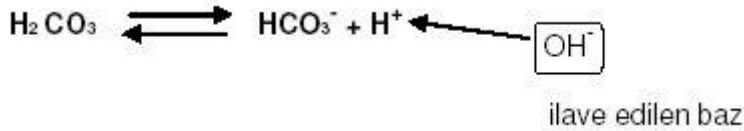
Kan plazmasında temel tampon sistem karbonik asit - bikarbonat sistemdir. Aşağıdaki eşitliğe şöyle bir göz atalım.



Sisteme kuvvetli bir asit ilavesi H<sup>+</sup> derişimini arttırarak, reaksiyonun sağdan sola doğru yürümesine sebep olacaktır. Yani daha fazla karbonik asit (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) oluşacaktır. Karbonik asit kararsız bir madde olduğu için parçalanarak karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve suyu (H<sub>2</sub>O) oluşturacaktır.



Oluşan karbondioksit vücuttan solunum yoluyla atılır. Bu tampon sistemi tüm karbonat karbondioksit ve su olarak vücuttan atılıncaya kadar devam eder. Bikarbonat sistemi aynı şekilde sisteme kuvvetli bir baz ilave edildiği zaman sistemin pH'ının aynı kalmasına yardımcı olur.



İlave edilen baz ortamdaki hidrojen iyonu ile reaksiyona girerek su oluşturur. Azalan hidrojen iyonu derişimi reaksiyonu soldan sağa doğru gitmesine neden olur.

(URL- 9, 2010)

(URL- 10, 2010)


- İnsan kanının pH'ı düştüğünde veya yükseldiğinde insan vücudunun dengesi bozulur ve insan hayatı tehlikeye girer. Aynı şekilde yağmurların da pH'ı düştüğünde asitlik arttığı için asit yağmuru olarak adlandırılır ve doğanın dengesi bozulur. Doğadaki birçok canlı bundan zarar görür. İnsan kanının pH'ı düştüğünde verilen dengeleyici çözeltiler insanı tekrar yaşama döndürürken, asit yağmurlarını engellemek için petrol ve kömür tüketimini azaltmalıyız.
- (URL -18, 2010)



## Ek 5'in devamı

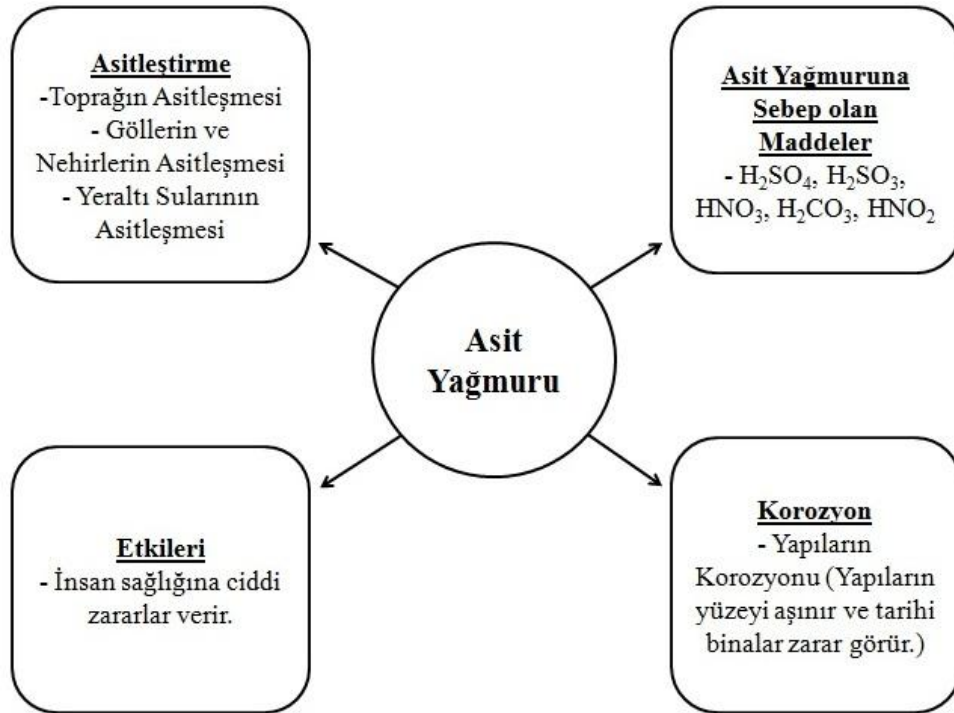
### Transfer Etme (Transferring) Basamağı

- Öğrencilerin daha önceden karşılaşmadıkları gerçek hayattan problemler verilip öğrendikleri bilgileri kullanarak bu soruları çözmeleri istenir. Örneğin öğrencilerden “bal arısı soktuğunda ne yapmalıyız, eşek arısı soktuğunda ne yapmalıyız” sorusunu yorumlayarak cevaplamaları istenir.



**Arı Soktuğunda Ne Yapmalıyız?**  
Bal arısının sokması asidiktir, bu nedenle de acı hissi alkali olan sodyum bikarbonat veya amonyakla dindirilebilir. Bir eşekarısı soktuğunda ise hissedilen acı aynı olmasına rağmen bu sokma alkalidir ve bir asit içeren sirkeyle dindirilebilir.  
(Newmark, 2004)

- Öğrencilere asit yağmurlarının zararlarını gösteren kavram ağı dağıtılır ve asit yağmurlarından ve dolayısıyla zararlı etkilerinden korunabilmek için neler yapılabilir, çözüm önerileriniz nelerdir sorularını cevaplamaları istenir.



**Ek 5'in devamı****Ad:**  
**Soyad:****Grup Adı:**  
**Sınıf:**

Asit yağmurlarının azaltılması ve dolayısıyla zararlı etkilerinden korunabilmek için neler yapılabilir? Çözüm önerileri geliştiriniz.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Ek 5'in devamı****2. Ders Planı:****Süre:** 50 dakika \*5 = 250 dakika**Zaman Çizelgesi**

İlişkilendirme (Relating) Basamağı	50 dakika
Tecrübe Etme (Experiencing) Basamağı	65 dakika
Uygulama (Applying) Basamağı	30 dakika
İşbirliği (Cooperating) Basamağı	55 dakika
Transfer Etme (Transferring) Basamağı	50 dakika

**İlişkilendirme (Relating) Basamağı****Kazanımlar:**

1. Kuvvetli asit ve bazları tanıyabilme.
2. Zayıf asit ve bazları tanıyabilme.

**Dersin İşleniş ile ilgili Öneriler:**

- Temizlik malzemelerinin bağışıklığa olan etkisi ile ilgili okuma parçası okutulur.
- Öğrencilere okuma parçası dağıtıldıktan sonra dikkatlice okumaları ve parçanın içerisinde geçen asit-baz konusuyla ilgili anahtar kavramları bulmaları istenir. Öğrenciler parçayı okuduktan ve anahtar kavramları bulduktan sonra, öğrencilere buldukları anahtar kavramları söylemeleri istenir. Bu kavramların anlamlarını öğrenciler tartışma ortamı içerisinde kendileri bulmaya ve hatırlamaya çalışırlar.

**OKUMA PARÇASI 2:****ZEHİRLİ MADDELER KULLANMADAN EVDE TEMİZLİK**

Artık hiçbirimiz anneannelerimiz gibi evi süpürmüyor, çamaşırı küllü sularla yıkayıp güneşte kurutmuyor, yerleri arap sabunuyla fırçalamıyoruz. Buna vaktimiz yok. Temizlik için "hoş kokulu", "beyazdan daha beyaz yapan", "iz bırakmadan pırıl pırıl yıkayan", "mikroplardan arındıran" yardımcılarımız var. Ancak evimizi, eşyalarımızı, giysilerimizi ve yediğimiz yemeğin artıklarını temizlerken (!) bedenimizi, suyu, toprağı, havayı, doğal ortamları nasıl kirlettiğimizin farkına varmıyoruz.

İtiraf edelim ki çoğumuz, ev temizlemek, ovmak ve yıkamaktansa başka bir iş yapmayı tercih ediyoruz! Acaba, vaktimiz olmadığı için mi bulaşıkları elde yıkamıyor, işi makinalara bırakıyoruz, yoksa makinalar, gerekli kimyasallar, elektrik ihtiyacı ve benzer tercihlerimiz yüzünden mi her şeyin daha doğal olanına vaktimiz yok?

Üreticiler, önemli bir çoğunluğu evlerinin "tertemiz", "dezenfekte edilmiş", "mikropsuz" olması gerektiğine inandırmak konusunda son derece başarılı olmuşlar ve bunu yapabilmek için gereken ürünleri satmayı sürdürüyorlar: Tuvalet ve fırını temizlemek için asit, banyoyu dezenfekte etmek için fenol, mobilyaları cilalamak için damıtılmış petrol ürünleri, çamaşırımızı beyazlatmak için klor ve yalnızca evlerimizi temiz tutmak için çeşit çeşit diğer zehirli kimyasal maddeler...

## Ek 5'in devamı

Günlük yaşamda kullandığımız ürünler 55 bin'in üzerinde kimyasal çeşidi içeriyor ve her yıl bunlara binin üzerinde yenisi ekleniyor. Birçoğu ise yeterince test edilmeden ve belirli bir mevzuata tabi olmadan piyasaya sürülüyor.

Bu ürünlerin büyük kısmı doğrudan kanalizasyona akıp sonunda da su sistemlerimize karışıyor. Sözü ettiğimiz kimyasallar, sonunda "fazla yüklenme" olasılığı yaratarak vücudumuzda depolanıyor ve zehirli olma düzeyine ulaştığında çeşitli hastalıklara yol açıyor. (Kronik yorgunluk sendromu, alerjiler, karaciğer sorunları, lenf kanseri gibi.)

Evsel temizlik malzemeleri sadece toprağı ve su kaynaklarını değil, teneffüs ettiğimiz havayı da tehdit ediyor. Sprey boyalar, fırın temizleyiciler, dezenfektanlar, mobilya parlaticıları ve diğer tüm sprey ürünler, birkaç gün sonra soluyacağımız havanın bir parçası oluyor.

Sadece kentlerde yaşayanların değil, kırsal kesimde yaşayanların da atık su sistemlerine neler gönderdiklerine dikkat etmeleri gerekiyor. Foseptik sistemler atık su sorununu çözmiyor; boyalar, çözücü, inceltici, ağartıcı kimyasallar, aseton, tuvalet temizleyiciler ve lavabo açıcılar ile diğerlerinde bulunan belirli kimyasal maddeler organik maddeleri parçalayan organizmaları zehirleyebiliyor. Oysa organik maddelerin parçalanması doğal döngünün işlemesi açısından zincirin olmazsa olmaz halkalarından birini oluşturuyor.

Zehirli olmayan doğal temizlik maddeleri ise foseptik sistemi, içme suyu ve sağlık konusunda büyük yararlar sağlıyor.

Peki, doğal temizlik maddelerini kullanmak için nereden başlamalı?

İşte size evinizde rahatlıkla uygulayabileceğiniz pratik öneriler...

### **Temizlikte kullanabileceğiniz doğal ürünler**

**Çamaşır sodası:** Sodyum karbonat adlı bir mineraldir. Çok az miktarda yakıcı olup katı ve sıvı yağlar, kir ve pek çok petrol ürününün etkin temizleyicisidir. Aynı zamanda su yumuşatıcı ve sabun köpürtücü özellikleri de bulunur. Yakıcı özelliği nedeniyle, uygularken lastik eldiven kullanmak doğru olur. Zararlı kimyasal dumanlara neden olmaz. Klorsüz olanı tercih edin.

**Boraks:** Su, oksijen, sodyum ve bordan meydana gelen, antiseptik, antifungal, antibiyotik, koku giderici ve dezenfektan özellikleri olan doğal kaynaklı bir mineraldir. Küflenmeyi önler. Boraks yutulursa zehirlidir. (Eczane ve aktarlarda bulunabilir.)

**Sirke:** Meyve ya da tahılların fermantasyonuyla elde edilen bir sıvıdır. Asitli içeriği mikropları öldürmesini, yağı parçalamasını ve mineral kalıntıları çözmesini sağlar.

**Karbonat:** Sodyum bikarbonat, hafif aşındırıcı bir temizlik sağlar, beyazlatıcı ve koku giderici özellikleri vardır.

**Uçucu bitkisel yağlar:** Bitki kokularının özleri birçok parfümün ana maddesidir. Piyasada, özellikle doğal ürün satan dükkanlarda çeşitleri bulunabilir. Bir iki damla turunçgil, elma, çilek, nane vb. yağı ile eklenecek koku ev yapımı temizleyicilere hoş bir özellik kazandırır.

**Bitkisel yağ tabanlı sıvı sabunlar (arapsabunu vs.):** Bu tür sabunlar hayvan yağı içeren ya da petrol tabanlı sabunlara tercih edilmelidirler.

Tarifleri uygularken, püskürtme amacıyla pompalı spreyler, silmek amacıyla yüzde 100 pamuklu bezler, sıkıştırılmış selüloz süngerler, doğal kıldan yapılmış fırçalar kullanılabilir.

(URL- 14, 2010)

- Öğrencilerden evlerimizde kullandığımız temizlik malzemelerinden örnekler vermeleri istenir. Kokuları hakkında ne düşündükleri sorulur. Ellerine değdiğinde nasıl bir etki yarattığı sorulur. Bunlardan hangilerinin asit veya baz olduğu sorulur ve bunu nereden bildikleri sorulur.

**Ek 5'in devamı****Tecrübe Etme (Experiencing) Basamağı****Öğrenci Sunumu** (15 dakika)

- Öğrenciler bu basamakta öncelikle geçen derste verilen ödevle ilgili (kanın pH'ı düştüğünde veya yükseldiğinde bunun insan vücudu açısından ne gibi sonuçları vardır) bulduklarını sunum yaparak sınıfla paylaşırlar. Daha sonra "Asit ve bazların kuvvetliliğinin elektrik iletkenliği ile belirlenmesi" isimli deneye geçerler (URL- 10, 2010).

**Ad:****Soyad:****Grup Adı:****Sınıf:****Deney 2.** Asit ve bazların kuvvetliliğinin elektrik iletkenliği ile belirlenmesi**Deneyin amacı:** Kuvvetli asit/baz çözeltisinde ve zayıf asit/baz çözeltisinde elektrik iletimini incelemek.**Gerekli Malzemeler:**

1 M HCl çözeltisi	5 adet beher
1 M CH <sub>3</sub> COOH çözeltisi	Güç kaynağı
Distile su	Bağlantı kabloları
1 M NH <sub>3</sub> çözeltisi	Lamba 1,5 volt
1 M NaOH çözeltisi	Duy
	2 adet elektrot
	Pil yatağı
	Anahtar

**Deneyin Yapılışı:**

1. Etiketlediğiniz beherlere sırasıyla 1 M HCl, 1 M CH<sub>3</sub>COOH, distile su, 1 M NH<sub>3</sub> ve 1 M NaOH çözeltilerini dökün.
2. İletken kablolar, elektrotlar, pil ve anahtardan oluşan devreyi kurun.
3. Elektrotları sırayla çözeltilere daldırın.
4. Herbir çözeltide lambaların yanıp yanmadığını ve parlaklığının şiddetini not ediniz
5. Hangi çözeltide lamba en parlak yandı?
6. Lambaların parlaklık şiddetlerini çözeltilere göre sıralayınız.
7. Lambaların parlaklığıyla asit/bazların kuvvetliliği arasında nasıl bir ilişki olabilir?
8. Aşağıdaki tabloyu deneyden elde ettiğiniz sonuçlara göre doldurunuz.

Asit		Baz	
Kuvvetli Asit	Zayıf Asit	Kuvvetli Baz	Zayıf Baz

**Ek 5'in devamı**

9. Deneyde kullandığınız asit ve bazlardan evlerimizde temizlik malzemesi olarak kullandıklarımız hangileridir? Bu maddeleri hangi amaçla kullanırsınız?

- Öğrencilere bir sonraki derse araştırmaları için ödev verilir.

**Ödev:** Aşağıdaki sorulara cevap olacak şekilde 25 dakikalık bir ders sunumu hazırlayınız:

1. Poliprotik asit nedir? Örnek veriniz.
2. Poliprotik asitlerde iyonlaşmayı gösteriniz.
3. Hidroliz nedir? Açıklayınız.
4. Asit ve bazların hidrolizine örnekler gösteriniz.

**Uygulama (Applying) Basamağı**

Öğrenciler kendilerine dağıtılan testteki soruları bireysel olarak cevaplamaya çalışırlar.

**Ad:**

**Soyad:**

**Grup Adı:**

**Sınıf:**

**SORULAR**

1. 400 ml  $3.25 \times 10^{-3}$  M HI ve 600 ml  $2.25 \times 10^{-2}$  M HCl çözeltisi karıştırıldığında karışımın pH'ı ne olur?
2.  $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-$   $K_a = 2.75 \times 10^{-9}$   
Herbir tableti 0.32g asetilsalisilik asit içeren aspirinlerden iki tablet 250 ml suda çözünürse çözeltinin pH'ı ne olur?
3. Evlerde kullanılan amonyak çözeltisi kütlece %6,8'lik olup,  $d=0,97\text{g/ml}$ 'dir. 625 ml ve  $\text{pH}=11,55$  olan bir çözelti hazırlamak için başlangıçtaki çözüldüden hacimce ne kadar alınmalıdır?
4. Kütlece %36'lık, yoğunluğu  $1,18\text{g/ml}$  olan tuz ruhundan (HCl asidini) 12,5 L ve  $\text{pH}=2,10$  olan bir çözelti hazırlamak için hacimce ne kadar alınmalıdır?

**Ek 5'in devamı**

5. 0.1 M  $\text{H}_2\text{S}_{(\text{suda})}$  çözeltisindeki  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{HS}^-$  ve  $\text{S}^{2-}$  derişimlerini hesaplayınız. ( $K_{a1} = 9.1 \times 10^{-8}$ ,  $K_{a2} = 1.1 \times 10^{-12}$ )

6. Sorbik asit ( $\text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_2$ ) gıda endüstrisinde koruyucu olarak kullanılan bir maddedir. Örneğin peynirde küf oluşumunu engellemek için potasyum sorbat kullanılır. 0.55 M derişimindeki potasyum sorbat çözeltisinin pH'ını hesaplayınız.

**İşbirliği (Cooperating) Basamağı**

- Günlük hayatta temizlik malzemesi olarak kullandığımız asit ve bazların halk arasındaki isimlerini araştırınız, bu maddelerden bir kuvvetli veya zayıf asit ve bir kuvvetli veya zayıf baz seçerek özelliklerini de yazarak bir ödev hazırlayınız.
- Örnek olarak kezzap ( $\text{HNO}_3$ ), arap sabunu ( $\text{KOH}$ ), sodyum hidroksit (sabun yapımında kullanılır) ve amonyaklı su (nişadır ruhu - yağ ve kir çözücü) kullanılabilir.

**KEZZAP**

Halk arasında kezzap olarak da bilinen nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ), bileşiminde üç oksijen, bir hidrojen ve bir azot bulunan kuvvetli bir asittir. Konsantrasyonu arttıkça daha tehlikeli olur, gliserin ile reaksiyona sokulduğunda nitro gliserin elde edilir. Dinamit, çeşitli patlayıcılar, plastik ve gübre yapımında kullanılır. Nitrik asit patlayıcı madde olacak kimyasalları nitrata çevirdiğinden patlayıcı maddelerin çoğunda kullanılır. Dinamit, Gliserin-Tri-Nitrattır, TNT ise Tri-Nitro-Toluendir.

(URL – 15, 2010)

**POTASYUM HİDROKSİT (ARAP SABUNU)**

Potasyum hidroksit ( $\text{KOH}$ ) akkor derecede uçucu olan,  $360^\circ\text{C}$ 'de eriyen, suda ısı açığa çıkararak çözünen, beyaz renkte katı bir maddedir. Alkalik bir baz olan potasyum hidroksidin geniş bir kullanım alanı vardır. Pillerde elektrolit olarak ve gübre yapımında kullanılmasının yanı sıra endüstride arap sabunu üretiminde de kullanılır.

Sabun yapımında farklı bazlar kullanılmasının sonucu olarak bazı sabunlar katı bazıları ise sıvıdır. Külçe, katı sabunlarda  $\text{NaOH}$  (sodyum hidroksit, kostik), arap sabunu üretiminde ise  $\text{KOH}$  (potasyum hidroksit) kullanılır. Sabunun temizleyici etkisi, suyu çeken ince bir tabaka ile yağ parçacıklarını sarabilme yeteneğinden doğar.

Potasyum hidroksit tarımda özellikle asidik toprakların pH derecesini dengelemek alkalik yapmak amacıyla sıkça kullanılır. Ayrıca tarım ilaçlarının yapımında da kullanılır. Bunun yanında tıpta, endüstriyel kimyada da kullanılır.

(URL- 16-17, 2010)

**Ek 5'in devamı****AMONYAK (NİŞADIR RUHU)**

Halk arasında nişadır ruhu olarak da bilinen amonyak, formülü  $NH_3$  olan; azot ve hidrojenden oluşan renksiz, keskin ve hoş olmayan kokuya sahip bir gaz bileşimidir. Çok eskiden Libya'da Ammon tapınağı yakınlarında hazırlandığı için, eski Mısır tanrısı Ammon'dan kinaye "Amonyak" diye isimlendirilmiştir. İlk kez saf amonyak gazı 1774 yılında İngiliz kimyacı Joseph Priestley tarafından yapılmıştır. Çok keskin kokulu, renksiz bir gazdır.

Baygınlık geçirenleri ayıltmak için biraz amonyak koklatılır, ama bu gaz fazla miktarda solunduğunda insanı zehirler.

Havanın yaklaşık beşte üçü ağırlığında olan amonyak sıkıştırıldığında ve  $33^{\circ}C$ 'ye kadar soğutulduğunda kolayca sıvılaşır. Sıvı amonyak, suya çok benzeyen renksiz bir sıvıdır ve uygulanan basınç azaltıldığında çevreden ısı alarak yeniden buharlaşır. Bu nedenle buzdolaplarında ve soğutucularda amonyak kullanılır.

Amonyak asitlerle birleştiğinde amonyum tuzlarını verir. I. Dünya Savaşı'ndaki deniz çarpışmalarında gemiler sıvı amonyak dolu tanklardan çevreye amonyak gazı yayar, sonra üstüne asit buharı gönderirlerdi. Böylece geminin çevresinde yoğun duman bulutları oluştuğu için kendilerini düşman denizaltılarından gizleyebilirlerdi.

Amonyaklı su evlerde en çok kullanılan temizlik maddelerinden biridir. Bütün yağ ve kirleri çözen bu bileşik özellikle banyo küveti, lavabo ve cam temizleyicileri bileşimine katılır. (URL 18-19, 2010)

**Öğrenci Sunumu** (25 dakika)

- Öğrenciler grupça hazırlamış oldukları ödevleri belirlenen süre içerisinde sunarlar. (Poliprotik asitler ve hidroliz)

**Öğrenci Sunumu** (25 dakika)

- Öğrenciler grupça hazırlamış oldukları ödevleri belirlenen süre içerisinde sunarlar. (Günlük hayatta temizlik malzemesi olarak kullandığımız asit ve bazların halk arasındaki isimlerini araştırınız, bu maddelerden bir kuvvetli veya zayıf asit ve bir kuvvetli veya zayıf baz seçerek özelliklerini de yazarak bir ödev hazırlayınız.)

**Transfer Etme (Transferring) Basamağı**

- Geliştirilen materyal kullanılarak aşağıdaki kazanımların kazandırılması için daha önce öğrendikleri bilgilerden transfer yapmaları beklenir.
  1. Molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasında ilişki kurabilme.
  2. Bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasında ilişki kurabilme.
  3. Asidik, bazik ve amfoterik oksitleri tanımlayabilme.
  4. Oksoasitlerin ve organik asitlerin kuvvetliliğini belirleyebilme.



## Ek 5'in devamı

Ad:  
Soyad:

Grup Adı:  
Sınıf:



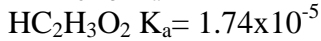
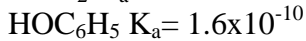
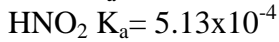
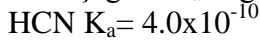
### Asit – Baz Kuvvetliliğinin Belirlenmesi ile ilgili Çalışma Yaprağı

A. Asitlik kuvvetliliği: HF > HCl > HBr > HI

Yukarıda asitlik kuvvetliliği karşılaştırılan asitlerin bağ enerjileri tabloda verilmiştir. Buna göre asitlik/bazlık bağ enerjisiyle ..... orantılıdır.

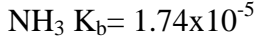
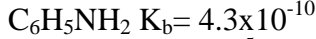
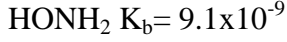
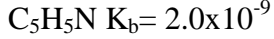
Asit	Bağ Enerjisi (kJ/mol)
HF	569
HI	297
HBr	368
HCl	431

B. Aşağıda  $K_a$  değerleri verilen asitlerin kuvvetliliğini karşılaştırınız.



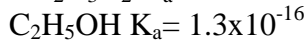
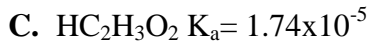
.....>.....>.....>.....

Aşağıda  $K_b$  değerleri verilen bazların kuvvetliliğini karşılaştırın.

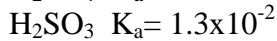
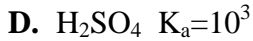


.....>.....>.....>.....

Buna göre asitlerin/bazların ...../..... değerleri asitlik/bazlık kuvvetliliği ile.....orantılıdır.



Yukarıdaki örnekten yola çıkarak, organik asitlerde kuvvetlilik ..... 'ne bağlıdır.



Yukarıdaki örnekten yola çıkarak, asitlik ..... 'na bağlıdır.

E. Asit-bazların kuvvetliliğini belirlemede göz önünde bulundurulması gereken bir

diğer nokta da iyonlaşma yüzdesidir. Buna göre,

25°C'de 0,1M HCN ve HNO<sub>2</sub> çözeltilerinin iyonlaşma yüzdesini hesaplayarak hangi asidin daha kuvvetli olduğunu belirleyiniz. (25°C'de, HCN için  $K_a = 4,9 \times 10^{-10}$ , HNO<sub>2</sub> için  $K_a = 5,6 \times 10^{-4}$ )

**Ek 5'in devamı**

- F.** ..... 'na asidik oksit denir.  
Asidik oksitlere örnek ..... olabilir.
- G.** ..... 'na bazik oksit denir.  
Bazik oksitlere örnek ..... olabilir.
- H.** ..... 'na nötr oksit denir.  
Nötr oksitlere örnek ..... olabilir.
- İ.** ..... 'na amfoterik oksit denir.  
Amfoterik oksitlere örnek ..... olabilir.
- J.** Günlük hayatta temizlik malzemesi olarak kullandığımız asit ve bazlardan bir önceki basamakta araştırmış olduklarınızdan asitleri kendi aralarında, bazları kendi aralarında kuvvetliden zayıfa doğru sıralayınız.
- K.** Bu sıralamayı hangi kriteri göz önünde bulundurarak yaptınız?

**Ek 6. Mevcut Öğretim Yöntemine Dayalı Ders Planı ve Materyaller****KONU: ASİT ve BAZLAR****KONUNUN ALT BAŞLIKLARI**

1. Asit-baz kavramı (Arrhenius Tanımı)
2. Brønsted-Lowry asitleri ve bazları
3. Suyun İyonlaşması (Su molekülleri arasında proton değişimi)
4. Kuvvetli asitler ve bazlar
5. Zayıf asit ve bazlar
6. Poliprotik asitler
7. İyon olarak asit ve bazlar (Hidroliz)
8. Moleküler yapı ve asit-baz davranışı (Brønsted-Lowry asit bazlarının kuvvetliliği)
9. Lewis asitleri ve bazları

**SÜRE:** 50 dakika \* 8 = 400 dakika**SEVİYE:** Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. Sınıf öğrencileri**Kazanımlar:**

1. Arrhenius Tanımını kavrayabilme.
2. Asit-baz kavramlarını kavrayabilme.
3. Brønsted-Lowry asit ve baz tanımını kavrayabilme.
4. Konjuge asit-baz çiftlerini gösterebilme.
5. Su molekülleri arasında proton değişimini kavrayabilme.
6. Kuvvetli asit ve bazları tanıyabilme.
7. pH ve pOH kavramlarını açıklayabilme.
8. Zayıf asit ve bazları tanıyabilme.
9. Poliprotik asitleri tanımlayabilme.
10. Poliprotik asitlerde iyonlaşmayı gösterebilme.
11. Hidroliz olayını kavrayabilme.
12. Asit ve bazların hidrolizini gösterebilme.
13. Molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasında ilişki kurabilme.
14. Bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasında ilişki kurabilme.
15. Asidik, bazik ve amfoterik oksitleri tanımlayabilme.
16. Oksoasitlerin ve organik asitlerin kuvvetliliğini belirleyebilme.
17. Lewis asit ve bazlarını kavrayabilme.

**Ek 6'nın devamı****1. Ders Planı:****Süre:** 50 dakika \*2 = 100 dakika**Kazanımlar:**

1. Lewis asit ve bazlarını kavrayabilme.
2. Arrhenius Tanımını kavrayabilme.
3. Asit-baz kavramlarını kavrayabilme.
4. Brønsted-Lowry asit ve baz tanımını kavrayabilme.
5. Konjuge asit-baz çiftlerini gösterebilme.
6. Su molekülleri arasında proton değişimini kavrayabilme.

**Dikkat Çekme ve Güdüleme Aşaması:**

- Derse asit-baz kavramının tanımıyla başlanmıştır. Öğretmen adayları günlük hayattan asit ve baz örnekleri vererek bu konuda sahip oldukları bilgileri paylaşmışlardır. Böylece öğretmen adaylarının dikkati öğretilecek olan konuya çekilmiş olur.

**Derse Geçiş Aşaması:**

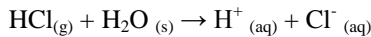
- Bu aşamada ise Arrhenius, Brønsted-Lowry ve Lewis'e göre asit-baz tanımları açıklanmış olup, her bir asit-baz tanımına göre önce araştırmacı tarafından daha sonra da öğretmen adayları tarafından örnekler verilmiştir. Bu konuyla ilgili olarak kullanılan konu materyali aşağıda verilmiştir.

**ASİTLER VE BAZLAR**

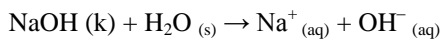
Asit ve bazlar hayatımızda önemli tutan maddeler olup, çoğu tahrip edici özelliğe sahiptir. Özellikle derişik asit ve bazlar vücudumuza değdiğinde cildimize ciddi zararlar verebilir. Asit ve bazlar suda çözüldüklerinde elektriği iletme özelliğine sahip olup, asitlerin tadı ekşi, bazların tadı ise acıdır. Günlük yaşamda kullandığımız asitler sirke, kola, limon gibi maddeler olabileceği gibi bazlar ise kireç çözücüler, amonyak veya çamaşır sodası olabilir. Asit ve bazların genel özelliklerinden sonra tanımlarına geçecek olursak, asit ve bazların tanımının farklı şekillerde yapılmış olduğunu görürüz. Örneğin Arrhenius, Brosted-Lowry ve Lewis tanımları asit ve bazların çeşitli tanımlarını yapmışlardır.

**ARRHENIUS TANIMI**

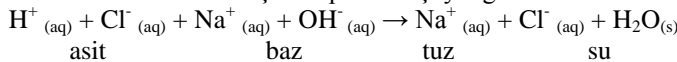
Asit ve bazların bazı davranışları Arrhenius'un yapmış olduğu çalışmalarla açıklanabilir. Arrhenius, kuvvetli bir elektrolitin, sulu çözeltilisinde iyonlar halinde, zayıf bir elektrolitin ise kısmen iyon, kısmen molekül halinde bulunduğunu ileri sürmüştür. Örneğin HCl molekülleri suda çözüldüğünde tamamen iyonlarına ayrılır.



NaOH bazı suda çözüldüğünde katı halde mevcut olan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{OH}^-$  iyonları su moleküllerinin etkisiyle birbirlerinden ayrılırlar.

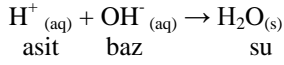


HCl ve NaOH'ın nötrleşme tepkimesi şöyle gösterilebilir:



## Ek 6'nın devamı

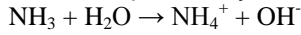
Bu olayın net iyon eşitliği şöyledir:



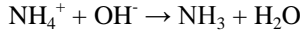
Buna göre Arrhenius tanımına göre nötrleşme tepkimesi hidrojen ve hidroksit iyonlarının su oluşturmak üzere birleşmesidir. Arrhenius tanımının açıklayamadığı konulardan biri  $\text{NH}_3$ 'ün baz olarak davranmasıdır. Arrhenius'a göre bütün bazlar  $\text{OH}^-$  içermelidir, oysa  $\text{NH}_3$ 'te  $\text{OH}^-$  yoktur. Arrhenius tanımının başarısız olmasının başlıca nedeni, çözünenin iyonlaşmasında çözücünün anahtar konumunda olduğunu göz ardı etmesidir.

### BRÖNSTED-LOWRY TANIMI

1923 yılında Brønsted Danimarka'da ve Lowry İngiltere'de birbirlerinden habersiz olarak yeni bir asit-baz tanımı önerdiler. Bu tanıma göre, proton veren madde asit, proton alan madde ise bazdır. Böylece Arrhenius tanımı ile açıklanamayan  $\text{NH}_3$ 'ün bazlığı için aşağıdaki eşitlik yazılabilir:



Tepkimede  $\text{H}_2\text{O}$  bir asittir ve  $\text{H}^+$  verir. Bu  $\text{H}^+$  iyonunu bir baz olan  $\text{NH}_3$  alır.  $\text{NH}_3$  zayıf bir baz olduğundan bu tepkimenin tersini de yazabiliriz. Bu yeni tepkimede  $\text{NH}_4^+$  bir asit,  $\text{OH}^-$  bir bazdır.

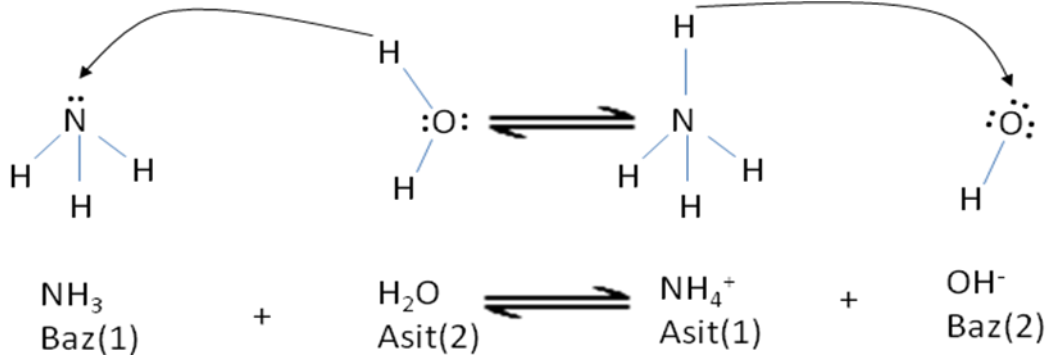


Tersinir tepkimeler çift okla gösterilir. Yazılan bu denge tepkimesinde dört taneciği de asit ve baz olarak işaretleyebiliriz.



baz(1) asit(2) asit(1) baz(2)

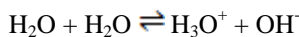
$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  çiftini (1),  $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$  çiftini (2) ile işaretledik. Bu çiftlere konjuge (eşlenik) çiftler denir. Konjuge asit baz çiftlerini belirlerken hangi çiftin (1) ve (2) ile gösterildiğinin bir önemi yoktur.  $\text{NH}_3$  bir proton aldığı için bazdır ve onun proton almış hali  $\text{NH}_4^+$ 'dir ve  $\text{NH}_3$ 'ün konjuge asididir.  $\text{H}_2\text{O}$  bir asit ve  $\text{OH}^-$  onun konjuge bazıdır.



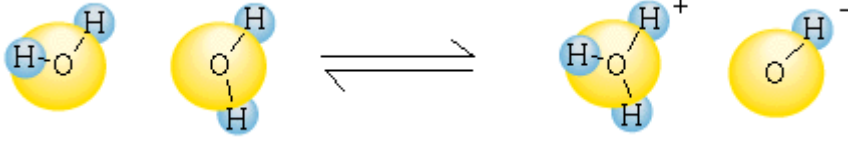
Bu tepkime için denge sabiti ifadesi:  $K_c = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$

Sulu amonyak çözeltisinde  $\text{H}_2\text{O}$  molekülleri, diğerlerine göre fazla sayıda olduğundan ve su çözücü olan aktifliği bir (1) olduğundan denge sabiti ifadesine yazılmaz:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \times 10^{-5}$$



## Ek 6'nın devamı



$$K = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

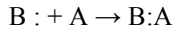
25°C'de saf su içerisinde:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ M}$

Suyun iyonlaşmasının denge sabitine su iyonları çarpımı denir ve  $K_{\text{su}}$  ile simgelenir.

$$K_{\text{su}} = 1,0 \times 10^{-14}$$

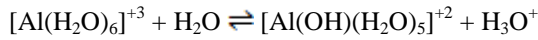
### LEWIS ASİT BAZ TANIMI

1923 yılında Lewis'in ortaya attığı tanıma göre asitlik ve bazlık  $\text{H}^+$  ve  $\text{OH}^-$  verme ile sınırlı değildir. Gaz ve katı fazlara da genişletilebilir. Lewis asidi elektron çifti alabilen, Lewis bazı ise elektron çifti verebilen taneciklerdir. Bir diğer deyişle ortaklanmamış elektron çifti taşıyan yani bir kovalent bağ oluşturmak için elektron çifti veren bileşik baz, kovalent bağ oluşturmak için bir bazdan elektron çifti alan bileşik asittir.



Bir türün başka bir türe elektron çifti vermesiyle kovalent kimyasal bağ oluşumuna koordinasyon denir ve Lewis asidi ile Lewis bazını birleştiren bağa ise koordine kovalent bağ denir.

Lewis asit-baz tanımının önemli bir uygulaması, kompleks iyonların oluşumlarını içermektedir. Hidratize metal iyonları sulu çözeltilerde oluşur, çünkü su molekülleri Lewis bazı olarak, metal iyonları ise Lewis asidi olarak davranır. Su molekülleri, metal iyonları ile koordine kovalent bağ oluşturarak bağlanırlar. Örneğin;



Asit-baz kavramları ve asit-baz tanımları ile ilgili kullanılan konu materyali

- Bu konuyla ilgili olarak kullanılan konu materyali ve faydalanılan kaynaktan alıntılar (Petrucci vd., 2008, s:665-666, 698; Atkins ve Jones, 1999, s:512-514) aşağıda verilmiştir.

**A**sit ve baz kavramı günlük yaşamda sık karşılaşılan kavramlardır. Bir çevre sorunu olan "asit yağmuru" gazete ve dergilerin güncel konularından biridir. Deodoran, şampuan ve antiasit gibi çeşitli ürünlerin televizyon reklamlarında "pH" diye bir kavramdan söz edilir.

Kimyacılar uzun süreden beri bileşikleri asit ve bazlar diye sınıflandırmaktadırlar. Antoine Lavoisier, bütün asitlerde oksijenin ortak element olduğunu düşündü. 1810 da Humphyr Davy asitlerin ortak elementinin hidrojen olduğunu gösterdi. Arrhenius 1884 de asit ve bazlar için Bölüm 5 de gördüğümüz kuramı geliştirdi. Orada asit-baz tepkimelerinin stokiyometrisi üzerinde durulmuştu.

Asit-baz tanımıyla ilgili konu materyali (Petrucci vd., 2008; s:665)

## Ek 6'nın devamı

**17-1 Arrhenius Kuramı: Sunuş**

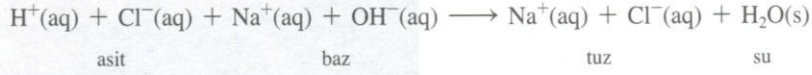
Asitler ve bazların bazı davranış biçimleri, Svante Arrhenius'un elektrolitlerin ayrışması (Kesim 14-9) ile ilgili çalışmaları sırasında geliştirdiği kuram ile açıklanabilir. Arrhenius, kuvvetli bir elektrolitin, sulu çözeltisinde iyonlar halinde, buna karşılık zayıf bir elektrolitin kısmen iyon, kısmen molekül halinde bulunduğunu ileri sürmüştür. HCl, suda çözüldüğünde, HCl molekülleri tamamen iyonlarına ayrılır ve ürünlerden biri hidrojen iyonu, H<sup>+</sup>, dur.



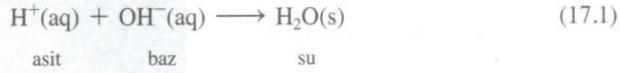
NaOH bazı suda çözüldüğü zaman da katı halde mevcut olan Na<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonları su moleküllerinin etkisiyle birbirlerinden ayrılırlar (Şekil 14-6).



HCl ve NaOH in nütürleşme tepkimesi iyonik bir tepkimeyle gösterilebilir.

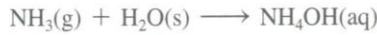


Bu olayı en iyisi net iyonik eşitlikle göstermektir.



Eşitlik (17.1) Arrhenius kuramının temelidir: *Nütürleşme tepkimesi hidrojen ve hidroksit iyonlarının su vermek üzere birleşmesidir.*

Arrhenius kuramı, ilk başarılarına ve hâlâ kullanılabilir olmasına karşın, sınırlı bir kuramdır. Bu kuramın açıklamakta başarısız olduğu konulardan biri amonyak (NH<sub>3</sub>) baz olarak davranmasıdır. Arrhenius kuramına göre bütün bazlar OH<sup>-</sup> iyonu içermelidir. Oysa NH<sub>3</sub> ta OH<sup>-</sup> iyonu yoktur! Kimyacılar bu açmazdan kurtulmak için, sulu amonyak çözeltilerinin amonyum hidroksit, NH<sub>4</sub>OH, bileşiğini içerdiğini ve bu zayıf bazın kısmen NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonlarına ayrıştığını düşünmeye başladılar.



Oysa sulu çözeltilerde NH<sub>4</sub>OH bileşiğinin varlığını gösteren hiç bir kanıt yoktur. Kuramsal ya da varsayıma dayanan maddelerin varlığına dayanan böyle kuram ve varsayımlar karşısında daima bir soru işareti taşırız. Kesim 17-2 de göreceğimiz gibi, Arrhenius kuramının başarısız olmasında başlıca neden, çözünenin iyonlaşmasında çözücünün anahtar konumunda olduğunu gözardı etmesidir.

Arrhenius asit-baz tanımıyla ilgili konu materyali (Petrucci vd., 2008; s:666)

**Ek 6'nın devamı****17-2 Asit ve Bazların Brønsted–Lowry Kuramı**

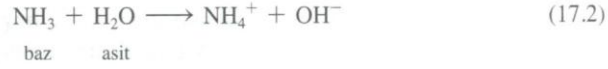
1923 yılında J.N. Brønsted Danimarka'da ve T.M. Lowry İngiltere'de birbirlerinden habersiz olarak yeni bir asit-baz kuramı önerdiler. Bu kurama göre, **proton veren** madde asit, **proton alan** madde bazdır. Asit ve bazlar için yapılan bu tanıma göre, amonyağın Arrhenius kuramıyla açıklanması zor olan bazlığını belirtmek için aşağıdaki eşitliği yazabiliriz.

Bronsted-Lowry asit-baz tanımıyla ilgili konu materyali (Petrucci vd., 2008; s:666)

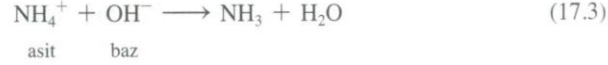
- Araştırmacı konjuge asit-baz çiftlerine değinerek su molekülleri üzerinde konjuge asit-baz çiftlerini göstermiştir. Daha sonra su molekülleri arasında gerçekleşen proton değişimini anlattıktan sonra konuyla ilgili olarak çeşitli örnek sorular gönüllü öğretmen adayları tarafından tahtada çözülmüştür. Bu konuyla ilgili olarak kullanılan konu materyali aşağıda verilmiştir.



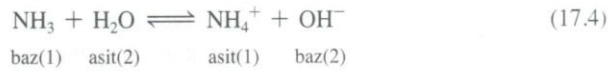
## Ek 6'nın devamı



tepkimesinde  $\text{H}_2\text{O}$  bir *asittir* ve  $\text{H}^+$  verir. Bu  $\text{H}^+$  iyonunu bir *baz* olan  $\text{NH}_3$  alır. Bu  $\text{H}^+$  iyonu aktarımı sonunda  $\text{NH}_4^+$  ve  $\text{OH}^-$  iyonları oluşur. (Arrhenius kuramına göre varsayılan  $\text{NH}_4\text{OH}$  da aynı iyonları verir).  $\text{NH}_3(\text{aq})$  zayıf bir baz olduğundan, (17.2) nin *tersini* de yazabiliriz. Bu yeni tepkimede  $\text{NH}_4^+$  bir *asit* ve  $\text{OH}^-$  bir *bazdır*.



Tersinir bir tepkime çift okla gösterilir. Yazılan bu denge tepkimesinde dört taneçigi de "asit" ve "baz" diye işaretleyebiliriz.



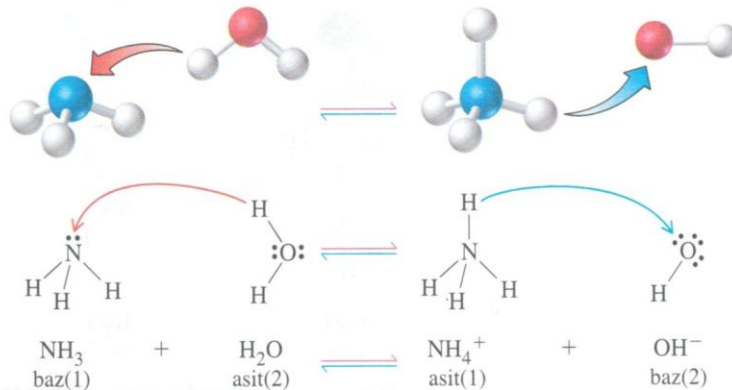
Biz burada  $\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$  çiftini "(1)",  $\text{H}_2\text{O} / \text{OH}^-$  çiftini "(2)" ile işaretledik. Bu çiftlere *eşlenik çiftler* denir.  $\text{NH}_3$  bir proton aldığı için bazdır ve onun proton almış şekli olan  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$  ün **eşlenik asididir**. Benzer şekilde, (17.4) de  $\text{H}_2\text{O}$  bir asit ve  $\text{OH}^-$  onun **eşlenik bazıdır**. Şekil 17-1 iki yönlü (17.4) tepkimesinde proton aktarımını göstermektedir.

Bölüm 16 da öğrendiklerimize göre, (17.4) tepkimesi için denge sabiti ifadesini aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$K_c = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

Bununla birlikte, sulu amonyak çözeltisinde  $\text{H}_2\text{O}$  molekülleri;  $\text{NH}_3$  molekülleri,  $\text{NH}_4^+$  ve  $\text{OH}^-$  iyonlarına göre daha fazla sayıda olup, çözücü olan su aktifliği bir (1) olan saf sıvıdır (sayfa 631 i hatırlayınız). Bu nedenle, denge sabiti ifadesine  $[\text{H}_2\text{O}]$  derişimi konulmaz.

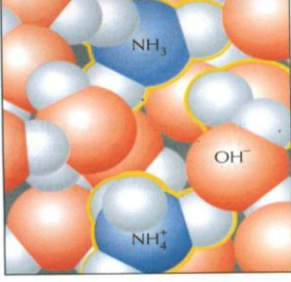
$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \times 10^{-5}$$



▲ ŞEKİL 17-1 Brønsted-Lowry Asit-Baz Tepkimesi: zayıf baz

Şekildeki oklar (17.4) tepkimesindeki proton aktarımını göstermektedir. Kırmızı oklar ileriye doğru, mavi oklar ise geriye doğru olan tepkimeyi gösterir.  $\text{NH}_4^+$  iyonu  $\text{H}_2\text{O}$  dan daha kuvvetli bir asit ve  $\text{OH}^-$  iyonu  $\text{NH}_3$  dan daha kuvvetli bir baz olduğundan, sola doğru olan tepkime, sağa doğru olandan daha kolay gerçekleşir. Bu nedenle,  $\text{NH}_3$  çok az iyonlaşır.

## Ek 6'nın devamı



**ŞEKİL 14.5** Sudaki amonyak çözeltisini gösteren bu temsili şekilde, bazı amonyak moleküllerinin hala var olduğunu görmekteyiz. Bunun nedeni, amonyak moleküllerinin tamamının sudan hidrojen iyonu almamalarıdır. Tipik bir çözeltide pratikçe her 100 NH<sub>3</sub> molekülünden sadece 1 tanesi proton bağlar.

### 14.2 KONJÜGE ASİTLER VE BAZLAR

CH<sub>3</sub>COOH suda çözündüğünde, hidronyum ve asetat iyonları oluşur:

$$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{suda}) \quad (1)$$

Ancak bir asetat iyonu da, bir proton vericisinden proton alarak asetik asit molekülüne dönüşebilir:

$$\text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{suda}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \quad (2)$$

Bu durumda asetat iyonu bir bazdır. Asetat iyonu asetik asidin proton kaybetmesiyle oluşan bir baz olduğundan, asetik asidin **konjuge bazı** olarak adlandırılır. Genel olarak, aşağıdaki ifade geçerlidir:

asit  $\xrightarrow{\text{H}^+ \text{ verir}}$  konjuge baz

CH<sub>3</sub>COOH asetat iyonuna bir proton bağlanması ile oluşan bir asit olarak düşünüldüğünde, CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub><sup>-</sup> bazının **konjuge asididir**. Genel olarak,

baz  $\xrightarrow{\text{H}^+ \text{ alır}}$  konjuge asit

ifadesini yazabiliriz. Buna göre HCl, Cl<sup>-</sup>'nin; OH<sup>-</sup> ise, O<sup>2-</sup>'nin konjuge asididir.

*Bir asidin konjuge bazı, bu asidin proton vermesi sonucu oluşan bazdır. Bir bazın konjuge asidi ise, bu bazın bir proton almasıyla oluşan asittir.*

**ALİŞTİRMA 14.1A** (a) CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> ve CN<sup>-</sup>'nin konjuge asitlerinin (b) HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> ve HI'nın konjuge bazlarının kimyasal formüllerini yazınız.

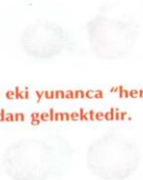
[Cevap: (a) CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup> ve HCN; (b) SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ve I<sup>-</sup>]

**ALİŞTİRMA 14.1B** (a) NH<sub>3</sub> ve CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>'ün konjuge asitlerinin; (b) NH<sub>3</sub> ve HNO<sub>3</sub>'ün konjuge bazlarının kimyasal formüllerini yazınız.

Konjuge asit-baz çiftleriyle ilgili kullanılan diğer konu materyali (Atkins ve Jones, 1999; s:512)

- Gerekli olduğu durumlarda araştırmacı müdahale ederek öğretmen adaylarının takıldığı durumlarda yardımcı olmuştur. Araştırmacı öğretmen adaylarına sık sık anlamadıkları noktaları sormalarını istemiştir.

## Ek 6'nın devamı



Amfi Ön eki yunanca "her ikisi" anlamından gelmektedir.

### 14.3 SU MOLEKÜLLERİ ARASINDA PROTON DEĞİŞİMİ

Su bir asit midir, bir baz mıdır, yoksa hiç biri değil midir? Bir su molekülünün bir asit molekülünden bir proton alarak  $H_3O^+$  iyonu oluşturduğunu gördük. O halde su bir bazdır. Öte yandan su molekülünün, bir baza proton vererek  $OH^-$  iyonuna dönüşebildiğini biliyoruz. Öyleyse su aynı zamanda bir asittir. Buna göre su hem bir proton vericisi hem de bir proton alıcısı olarak davranabildiğinden **amfiprotiktir** denir.

Ortamda başka herhangi bir asit veya baz olmasa bile su molekülleri arasında proton aktarımı olur:

512
BÖLÜM 14 PROTON AKTARIMI: ASİTLER VE BAZLAR

$2 H_2O(s) \rightarrow H_3O^+(suda) + OH^-(suda)$

$H_3O^+$ 'nın bir asit ve  $OH^-$ 'in bir baz olduğunu bildiğimize göre ters yönde de bir reaksiyon gerçekleşebilir:

$2 H_2O(s) \leftarrow H_3O^+(suda) + OH^-(suda)$

Protonların aktarımı çok hızlı olup suda ve sulu çözeltilerde

$2 H_2O(s) \rightleftharpoons H_3O^+(suda) + OH^-(suda)$

dengesi çok çabuk kurulur. Bir molekülden aynı cins diğer bir moleküle proton aktarıldığı böyle reaksiyonlara **otoprotoliz** adı verilir (Şekil 14.6). Suyun otoprotolizi için denge ifadesi şöyledir:

$$K_c = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]^2}$$

Saf su içinde ve suyun çözücü olduğu seyreltik çözeltilerde, suyun molar derişimi pek değişmez ve sabit bir değer olarak  $K_c$  ile birleştirilir. Sonuç olarak, elde edilen ifadeye suyun **otoprotoliz sabiti** denir ve  $K_{su}$  ile gösterilir:

$$K_{su} = [H_3O^+][OH^-]$$

Yapılan deneylerden  $25^\circ C$ 'da saf suda  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  derişimlerinin  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  olduğu bilinmektedir. Buna göre

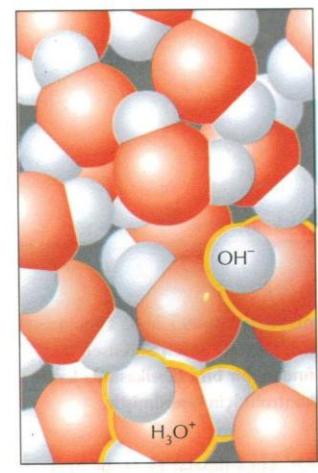
$$K_{su} = (1,0 \times 10^{-7}) \times (1,0 \times 10^{-7}) = 1,0 \times 10^{-14}$$

Saf suda  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  derişimlerinin çok küçük olması saf suyun niçin çok zayıf bir iletken olduğunu açıklar. Bu kitaptaki her bir harfi bir su molekülü olarak varsayacak olursak, iyonlaşmış su molekülleri 50'den fazla kitaptaki harflerden sadece 1 tanesi kadar seyrek.

$K_{su}$  bir denge sabiti olduğundan,  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  iyonlarının molariteleri çarpımı daima  $K_{su}$ 'e eşittir. Hem hidronyum, hem hidroksit iyonlarının molaritelerini aynı anda arttıramayız. Asit ekleyerek  $H_3O^+$  iyon derişimini arttırabiliriz. Bu durumda  $K_{su}$  değerini korumak için  $OH^-$  iyonu derişimi azalmalıdır. Aksine baz ekleyerek  $OH^-$  iyonları derişimini arttırabiliriz, fakat bu durumda  $H_3O^+$  derişimi azalmalıdır. Otoprotoliz dengesi  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  iyonları molariteleri arasında tahtırevelli gibi bir ilişki sağlar: Biri artarken diğeri azalır (Şekil 14.7).

Sulu çözeltilerde  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  iyonlarının derişimleri otoprotoliz dengesine göre birbirleriyle ilişkilidir; birinin derişimi arttırılırsa,  $K_{su}$  değerini korumak için diğeri azalmalıdır.

Otoprotoliz sabitinin diğeri bir adı **otoiyonizasyon sabitidir.**



Su molekülleri arasındaki proton değişimiyle ilgili konu materyali (Atkins ve Jones, 1999; s:512-513)

## Ek 6'nın devamı

**Bireysel Öğrenme Etkinlikleri Aşaması:**

- Bu aşamada öğretmen adayları sorulan örnek soruların çözümüne gönüllü olanlar bireysel olarak katılmışlardır. Bu aşamada kullanılan sorulara örnek aşağıda verilmiştir.

**ÖRNEK 14.1** Kuvvetli bir baz çözeltisinde iyonların molaritelerinin hesabı

0,030 M Ba(OH)<sub>2</sub>(suda) çözeltisinde, 25°C'da, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> molariteleri nedir?

iyonları ve su moleküllerinden oluşmuştur. Otoprotoliz sonucu hidronyum ve hidroksit iyonları derişimleri sadece 10<sup>-7</sup> mol.L<sup>-1</sup> olup 200 milyon molekülden sadece 1 molekül iyonlaşır.

14.3 SU MOLEKÜLLERİ ARASINDA PROTON DEĞİŞİMİ
513

---

ŞEKİL 14.7 Suda (saf su veya sulu)

**STRATEJİ** Kuvvetli asitler suda bütün protonlarını verirler. Benzer şekilde kuvvetli bazlar suda OH<sup>-</sup> vererek tamamen iyonlaşır. Önce bazın kuvvetli baz olup olmadığına karar verilmelidir. Eğer kuvvetli baz ise, her formül başına kaç tane OH<sup>-</sup> iyonu elde edileceği kararlaştırılmalı ve daha sonra bu iyonların çözeltideki molaritesi hesaplanmalıdır. H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonlarının molaritesini bulmak için suyun otoprotoliz sabiti  $K_{su} = [H_3O^+][OH^-]$  kullanılır.

**ÇÖZÜM** Baryum hidroksit bir toprak alkali metalin hidroksiti olup kuvvetli bir bazdır (Bölüm 3.8).

$$Ba(OH)_2(k) \rightarrow Ba^{2+}(suda) + 2 OH^-(suda)$$

eşitliğine göre Ba(OH)<sub>2</sub> ≈ 2 OH<sup>-</sup> dir. Ba(OH)<sub>2</sub> molaritesi 0,0030 mol.L<sup>-1</sup> olduğundan, OH<sup>-</sup> derişimi bunun iki katı yani 0,0060 mol.L<sup>-1</sup>dir. Bu durumda H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonları molaritesi şöyle bulunur:

$$[H_3O^+] = \frac{K_{su}}{[OH^-]} = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{0,0060} = 1,7 \times 10^{-12}$$

Yani, çözeltide H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonlarının molaritesi 1,7 × 10<sup>-12</sup> mol.L<sup>-1</sup>dir.

Suyun otoprotolizi hakkında örnek soru (Atkins ve Jones, 1999; s:513-514)

- Öğretmen adaylarına daha kapsamlı olduğu için en son olarak Lewis tanımından bahsedilmiştir. Bu konuyla ilgili olarak kullanılan konu materyali aşağıda sunulmuştur.



## Ek 6'nın devamı

**17-9 Lewis Asit ve Bazları**

1923 de G.N. Lewis asitlik ve bazlık ile yapı arasındaki ilişkiyi de içeren bir kuram ortaya attı. Lewis asit-baz kuramı denen bu kurama göre, asitlik ve bazlık  $H^+$  ve  $OH^-$  verme ile sınırlı değildir. Gaz ve katı fazlara da genişletilebilir. Bu kuram organik moleküller arasındaki belli tepkimelerin anlaşılmasında özellikle önemlidir.

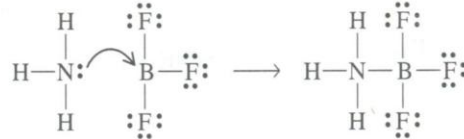
*Lewis asidi* elektron çifti alabilen tanecikler (atom, iyon ya da moleküller) dir. *Lewis bazı* ise elektron çifti verebilen taneciklerdir. Bir Lewis asidi (**A**) ile bir Lewis bazının (**B:**) tepkimesi, bu iki tanecik arasında bir kovalent bağ oluşturur. Bir Lewis asit-baz tepkimesinde oluşan ürün bir *katılma ürünü* olarak adlandırılır. Bu tepkime aşağıdaki gibi gösterilebilir.



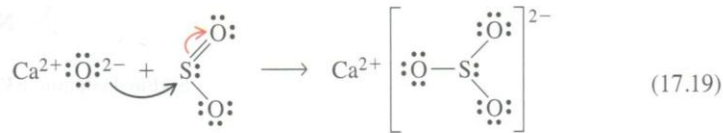
Bir türün başka bir türe elektron çifti vermesiyle kovalent kimyasal bağ oluşumuna *koordinasyon* denir ve Lewis asidi ile Lewis bazını birleştiren bağa ise *koordine kovalent bağ* adı verilir (bakınız sayfa 393). Genel olarak, Lewis asitlerinde elektron alabilen boş orbitaller (elektron yalağı), Lewis bazlarında ise ortaklanabilecek, elektron çiftleri bulunur.

Bir Brønsted-Lowry bazı olan  $OH^-$  iyonu, oksijen üzerinde ortaklanmamış elektron çiftleri bulundurduğundan, aynı zamanda bir Lewis bazıdır. Yine  $NH_3$  de bir Lewis bazıdır. Diğer taraftan,  $HCl$  bir Lewis asidi değildir. Çünkü bir elektron çifti alamaz. Bununla birlikte,  $HCl$  molekülünü  $H^+$  veren bir tanecik olarak düşünebiliriz.  $H^+$  bir kovalent bağ oluşturmak üzere bir elektron çifti alabileceğinden, Lewis asididir.

Değerlik kabuğu tam dolmamış (oktetini tamamlamamış) bileşikler Lewis asidi olarak kabul edebiliriz. Böyle bileşikler Lewis bazı ile koordine kovalent bağ yaparak oktetlerini tamamlayabilirler. Buna en iyi örneklerden biri  $BF_3$  ile  $NH_3$  in tepkimesidir.



Kirecin ( $CaO$ ) kükürt dioksitle verdiği tepkime, kömürle çalışan elektrik santrallerinden çıkan  $SO_2$  nin tutulmasında kullanılan önemli bir tepkimedir. Bir katı ile bir gaz arasında meydana gelen bu tepkime, Lewis asit-baz tepkimesinin maddenin bütün hallerinde olabileceğini göstermesi bakımından dikkat çekicidir. (17-19) Tepkimesinde kırmızı ok Lewis yapısındaki bir elektron çiftinin yeniden düzenlendiğini ifade eder.



Lewis Tanımıyla ilgili konu materyali (Petrucci vd., 2008; s:698)

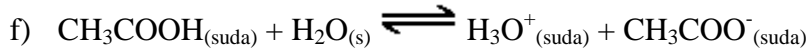
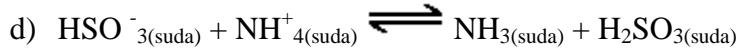
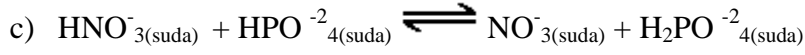
**Değerlendirme Aşaması:**

- Konunun ardından Bronsted-Lowry ve Lewis tanımlarını kapsayan örnek sorular gönüllü öğretmen adaylarıyla birlikte tahtada çözülmüştür. Örnek sorular aşağıda gösterilmiştir.

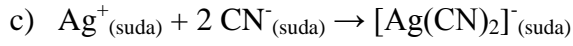
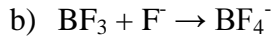
## Ek 6'nın devamı

## Sorular

1. Aşağıdaki reaksiyonlarda konjuge asit ve bazları gösteriniz.



2. Lewis teorisine göre aşağıdaki reaksiyonlardaki asit ve bazları belirleyiniz.



Bronsted-Lowry ve Lewis tanımlarıyla ilgili çözülen örnek sorular

**Ek 6'nın devamı****2. Ders Planı:****Süre:** 50 dakika \*2 = 100 dakika**Kazanımlar:**

1. pH ve pOH kavramlarını açıklayabilme.
2. Kuvvetli asit ve bazları tanıyabilme.
3. Zayıf asit ve bazları tanıyabilme.

**Dikkat Çekme ve Güdüleme Aşaması:**

- Derse pH ve pOH kavramları neyi ifade ediyor olabilir sorusuyla başlanır. Günlük hayatta pH veya pOH kavramlarına nerelerde rastlıyorsunuz sorusuyla devam edilir. Böylece öğretmen adaylarının dikkati konuya çekilerek motivasyonları sağlanır.

**Derse Geçiş Aşaması:**

- Derse pH ve pOH kavramlarının açıklamasıyla devam edilmiş olup daha sonra pH ile pOH arasındaki ilişki matematiksel olarak gösterilmiştir. pH skalasında bazı maddelerin pH değerleriyle ilgili konuşulduktan sonra örnek sorular çözülmüştür.

**pH ve pOH Kavramları**

1909 yılında Danimarkalı kimyacı Soren Sorensen "hidrojen iyonu potansiyeli anlamında" pH terimini ortaya attı ve bu terimi  $[H^+]$  nin eksi logaritması diye tanımladı. Günümüzde pH,  $[H_3O^+]$  nin eksi logaritması diye bilinir.

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

Hidroksit iyonunun derişimi ise pOH olarak ifade edilebilir.

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$K_{su}$  nun eksi logaritması alınabilir ve  $pK_{su}$  şeklinde ifade edilir.

$$K_{su} = [H_3O^+][OH^-] = 1,0 \times 10^{-14}$$

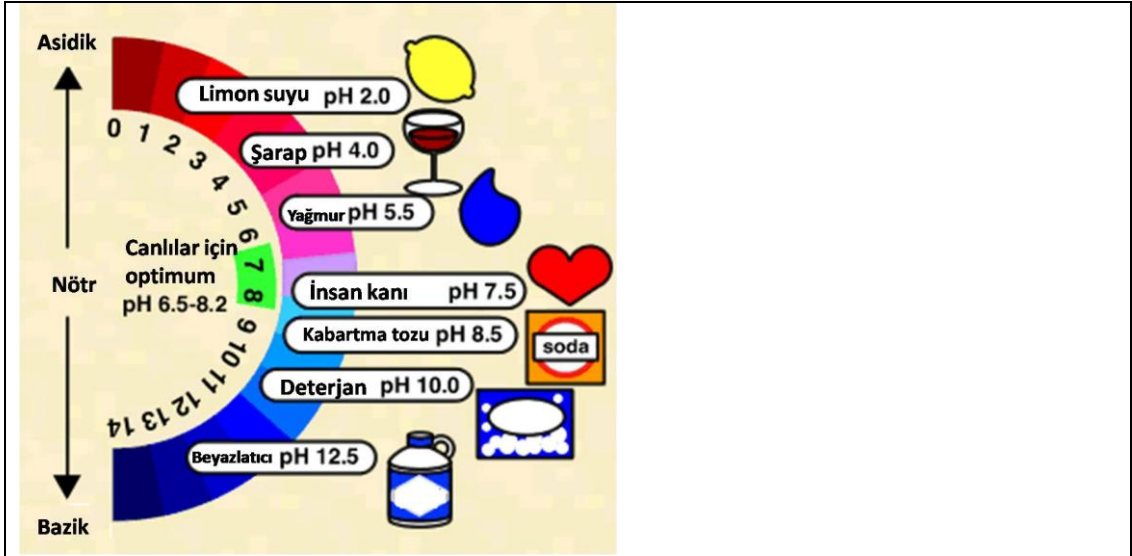
$$-\log K_{su} = -(\log[H_3O^+][OH^-]) = -\log(1,0 \times 10^{-14})$$

$$pK_{su} = -(\log[H_3O^+] + \log[OH^-]) = -(-14)$$

$$= -\log[H_3O^+] - \log[OH^-] = 14,00$$

$$pK_{su} = pH + pOH = 14,00$$

## Ek 6'nın devamı



**Örnek:** Öğrenciler bir yoğurt örneğinin pH değerini 2,85 olarak bulmuşlardır. Yoğurttaki  $[H^+]$  ve  $[OH^-]$  derişimleri nedir?

**Cözüm:**

$$pH = 2,85$$

$$pH = -\log [H^+] = 2,85$$

$$[H^+] = \text{antilog } 2,85 = 10^{-2,85} = 1,41 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$pOH = 14 - 2,85 = 11,15$$

$$[OH^-] = \text{antilog } 11,15 = 10^{-11,15} = 7,08 \times 10^{-12} \text{ M}$$

- Bu konuyla ilgili olarak kullanılan konu materyali ve faydalanılan kaynaktan alıntılar (Petrucci, 2008; s:674; Atkins ve Jones, 1999; s:512-514) aşağıda verilmiştir.



## Ek 6'nın devamı

**pH skalası 1909 yılında Danimarkalı kimyacı Søren Sørensen tarafından, bir bira fabrikasında kalite kontrolü için önerilmiştir.**

**▶▶ Logaritmalar Ek 1C de özetlenmiştir.**

**1'in 10 tabanına göre logaritması 0, 10<sup>-14</sup>'ün logaritması -14'dür.**

### 14.4 pH SKALASI

Endüstride, araştırma kurumlarında ve hastanelerde sık sık bir çözeltinin asitliğinin bildirilmesi gerekir. Acil serviste veya bir üretim tesisinde derişimlerin bilinmesi ve hatayı önleyecek hızlı ve kolay bir şekilde karşılaştırma yapılması gerekebilir. Ancak  $H_3O^+$  ve  $OH^-$  molariteleri çok geniş bir aralıkta değişir, bazı çözeltilerde  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  gibi yüksek bir değerde olduğu gibi, bazılarında  $10^{-14} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  kadar küçük olabilirler. Bu kadar geniş bir aralıkta değişen sayıları değerlendirmek ve rapor etmenin en pratik yolu logaritmalarını almaktır. Böylece değerler çok daha küçük ve daha uygun bir aralıkta toplanırlar (Şekil 14.8). Bu nedenle kimyacılar hidronyum iyonları molaritelerini genellikle çözeltinin pH'ı cinsinden ifade ederler:

$$\text{pH} = -\log [H_3O^+]$$

Bu tanımdaki logaritma 10 tabanına göre logaritmadır.  $[H_3O^+]$  ifadesi  $H_3O^+$  iyonlarının molaritesi olup birimi litrede  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 'dir. Örneğin saf suda  $H_3O^+$  iyonları molaritesi  $25^\circ\text{C}$ 'da  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  olduğundan saf suyun pH'ı şöyledir:

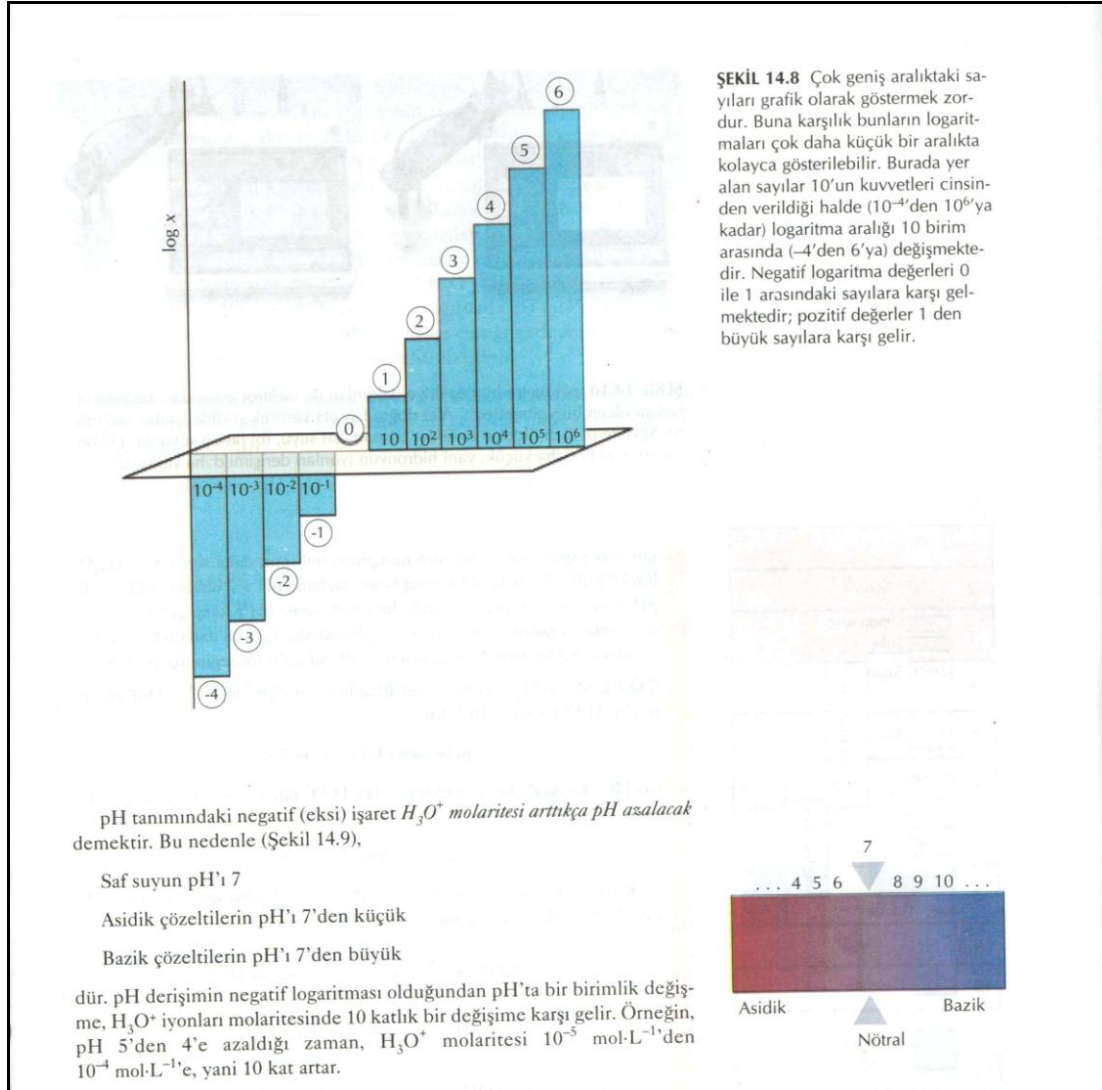
$$\text{pH} = -\log (1,0 \times 10^{-7}) = 7,00$$

Karşılaştığımız çözeltilerin çoğunun pH'ı 0 ile 14 arasındadır. Fakat bu sınırlar dışında pH değerleri de mümkündür. pH skalası kimyada, biyokimyada, çevre kimyasında, biyolojide, jeolojide, tıpta, ziraatte ve diğer bir çok teknik alanda kullanılır.

514

BÖLÜM 14 · PROTON AKTARIMI: ASİTLER VE BAZLAR

## Ek 6'nın devamı



pH kavramıyla ilgili konu materyali (Atkins ve Jones, 1999; s:514-515)

### Bireysel Öğrenme Etkinlikleri Aşaması:

- Bu aşamada öğretmen adayları sorulan örnek soruların çözümüne gönüllü olanlar bireysel olarak katılmışlardır.

**ÖRNEK 14.2 pH'in Hesaplanması**

(a)  $H_3O^+$  iyonları molaritesi  $4.0 \times 10^{-8}$  mol·L<sup>-1</sup> olan kanın; (b) 0,020 M HCl (suda); (c) 0,040 M KOH (suda) in pH'ları nedir?

**STRATEJİ** pH'ın tanımına göre önce  $H_3O^+$  molaritesi bulunur, birimleri kaldırılır, 10 tabanına göre logaritması alınır ve işareti değiştirilir. Kuvvetli asitlerde  $H_3O^+$ 'nun molaritesi asidin molaritesine eşittir; asitlerde pH < 7 olması beklenir. Kuvvetli bazlarda Örnek 14.1'de gösterilene benzer bir he-

14.4 pH SKALASI

515

pH hesaplanması ile ilgili örnek soru (Atkins ve Jones, 1999; s:515)

## Ek 6'nın devamı

**ÖRNEK 17-2**

*[H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>], [OH<sup>-</sup>], pH ve pOH Arasındaki İlişki.* Bir laboratuvar deneyinde öğrenciler yağmur suyu ve evlerde kullanılan amonyak çözeltisinin pH sını ölçmüşlerdir. (a) pH değeri 4,35 olan yağmur suyunun [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] değeri nedir? (b) pH değeri 11,28 olan amonyak çözeltisinin [OH<sup>-</sup>] değeri nedir?

**Çözüm**

(a) pH tanımına göre  $= -\log[H_3O^+]$ , veya

$$\log[H_3O^+] = -pH = -4,35$$

$$[H_3O^+] = 10^{-4,35} = 4,5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

(b) Eşitlik (17.10) dan yararlanarak önce pOH ı bulunuz.

$$pOH = 14,00 - pH = 14,00 - 11,28 = 2,72$$

pOH =  $-\log[OH^-]$  bağıntısından,

$$\log[OH^-] = -pOH = -2,72$$

$$[OH^-] = 10^{-2,72} = 1,9 \times 10^{-3} \text{ M}$$

**Alıştırma A:** Öğrenciler, bir yoğurt örneğinin pH değerini 2,85 olarak bulmuşlardır. Yoğurttaki [H<sup>+</sup>] ve [OH<sup>-</sup>] derişimleri nedir?

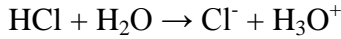
**Alıştırma B:** HCl ün sudaki çözeltisi için pH = 2,50 bulunmuştur. Bu çözeltinin pH değerini 3,10 yapmak için 1,00 L sine hacimca ne kadar su katılmalıdır?

pH hesaplanması ile ilgili örnek soru (Petrucci, 2008; s:674)

- Kuvvetli asit ve bazların özellikleri açıklandıktan sonra örnek soru çözülmüştür. Daha sonra kuvvetli asit ve bazlara örnekler verilmiştir.

### KUVVETLİ ASİTLER VE BAZLAR

Kuvvetli asitler ve bazlar sulu çözeltilerinde tamamen iyonlaşırlar. Örneğin;



Bu eşitlikteki H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>'nın hemen hemen tümünün HCl'den geldiğini söylemek mümkündür. Çünkü suyun kendi kendine iyonlaşması belli bir sınıra kadar olmaktadır. Çözelti aşırı seyreltik değilse suyun iyonlaşmasından gelen H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonlarını ihmal ederiz.

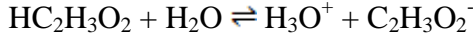
Başlıca kuvvetli bazlar OH<sup>-</sup>'lardır. Bu bazlar suda çözüldüklerinde, H<sub>2</sub>O molekülleri bazın katyon ve anyonlarını (OH<sup>-</sup>) birbirinden tamamen ayırıştırır. Suyun iyonlaşması belli bir sınıra kadar olduğu için bu iyonlaşmadan gelen OH<sup>-</sup> iyonları ihmal edilebilecek kadar azdır.

Yaygın kuvvetli asitler ve bazlar	
Asitler	Bazlar
HCl	LiOH
HBr	NaOH
HI	KOH
HClO <sub>4</sub>	RbOH
HNO <sub>3</sub>	CsOH
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Mg(OH) <sub>2</sub>
	Ca(OH) <sub>2</sub>

## Ek 6'nın devamı

**ZAYIF ASİTLER VE BAZLAR**

Bir asidin molaritesi, çözeltiye konmuş olan asidin miktarını gösterdiği halde,  $[H_3O^+]$  ve pH çözelti içindeki iyonlaşmayı gösterir. Her iki çözeltide de su iyonları vardır. Fakat sudan gelen bu iyonlar ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Kuvvetli bir asit olan HCl suda tamamen iyonlaşır, ancak zayıf bir asit olan  $HC_2H_3O_2$ 'nin iyonlaşması tersinirdir ve bir denge konumuna ulaşır.



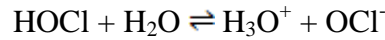
$$K_a = \frac{[H_3O^+][C_2H_3O_2^-]}{[HC_2H_3O_2]} = 1,8 \times 10^{-5}$$

$[H_3O^+]$  derişimini pH olarak gösterdiğimiz gibi, K denge sabitini de  $pK_a$  şeklinde gösterebiliriz. ( $pK = -\log K$ ) Öyleyse asetik asitin  $pK_a$  değerini aşağıdaki gibi gösterebiliriz:

$$pK_a = -\log K_a = -\log (1,8 \times 10^{-5}) = -(-4,74) = 4,74$$

Tıpkı denge sabitleri gibi  $K_a$  ve  $K_b$  değeri ne kadar büyükse denge o kadar sağa kaymıştır.

**Örnek:** Hipokloröz asit (HOCl) içme sularının ve yüzme havuzlarının sularının dezenfektisinde kullanılır. 0,150 M HOCl çözeltisinin pH değeri 4,18'dir. Hipokloröz asidin  $K_a$ 'sı nedir?

**Çözüm:**

Başlangıç: 0,150 M                    -                    -

Değişme: -x M                    +xM                    +x

Denge: 0,150 - x                    xM                    xM

$$K_a = \frac{[OCl^-][H_3O^+]}{[HOCl]} = \frac{x^2}{0,15-x}$$

$$-\log [H_3O^+] = pH = 4,18$$

$$[H_3O^+] = 10^{-4,18} = 6,6 \times 10^{-5}$$

$$K_a = \frac{[OCl^-][H_3O^+]}{[HOCl]} = \frac{(6,6 \times 10^{-5})(6,6 \times 10^{-5})}{(0,15 - 6,6 \times 10^{-5})} = 2,90 \times 10^{-8}$$

## Ek 6'nın devamı

**17-4 Kuvvetli Asitler ve Bazlar**

HCl seyreltik sulu çözeltilerinde, (17.5) eşitliğinde gösterildiği gibi hemen hemen tamamen iyonlaşır.\*



Oysa, (17.6) eşitliğinin gösterdiği gibi, suyun kendi kendine iyonlaşması ancak belli bir sınıra kadar olmaktadır. Sonuç olarak, kuvvetli asitlerin çözeltilerindeki  $\text{H}_3\text{O}^+$  nun hemen tümüyle kuvvetli asitten geldiğini kabul edebiliriz. *Çözelti aşırı seyreltik değilse* suyun iyonlaşmasından ileri gelen  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonlarını ihmal ederiz.

**ÖRNEK 17-3**

*Kuvvetli Bir Asidin Sulu Çözeltisinde İyon Derişimlerinin Hesaplanması.* 0,015 M HCl (aq) çözeltisinde  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ,  $[\text{Cl}^-]$  ve  $[\text{OH}^-]$  derişimlerini hesaplayınız.

**Çözüm**

HCl in tümüyle iyonlaştığını ve bütün  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  nin HCl den geldiğini varsayabiliriz. Buna göre;

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,015 \text{ M}$$

Her bir  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonuna karşı bir  $\text{Cl}^-$  iyonu meydana geleceğinden,

$$[\text{Cl}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,015 \text{ M}$$

$[\text{OH}^-]$  ni hesaplamak için,

1. Bütün  $\text{OH}^-$  iyonlarının suyun kendi kendine iyonlaşmasından ileri geldiğini,
2. Sulu çözeltilerde  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ve  $[\text{OH}^-]$  çarpımının  $K_{\text{su}}$  ya eşit olduğunu kabul etmeliyiz.

$$\begin{aligned} K_{\text{su}} &= [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14} \\ (0,015)[\text{OH}^-] &= 1,0 \times 10^{-14} \\ [\text{OH}^-] &= \frac{1,0 \times 10^{-14}}{1,5 \times 10^{-2}} = 0,67 \times 10^{-12} = 6,7 \times 10^{-13} \text{ M} \end{aligned}$$

**Alıştırma A:** 0,0025 M HI(aq) çözeltisinde  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0025 \text{ M}$  dır. Bu çözeltinin  $[\text{I}^-]$ ,  $[\text{HO}^-]$  ve pH değerini hesaplayınız.

**Alıştırma B:** 26,5 °C ve 747 mmHg da 535 mL hacim kaplayan HCl gazı, yeterli su içinde çözülerek 625 mL lik bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin pH değeri nedir?

Başlıca kuvvetli bazlar iyonik yapıdaki hidroksitlerdir. Bu bazlar suda çözüldükleri zaman,  $\text{H}_2\text{O}$  molekülleri bazın kation ve anyonlarını ( $\text{OH}^-$ ) birbirinden tamamen ayırır. Suyun kendi kendine iyonlaşması çok sınırlıdır ve bu iyonlaşmadan gelen  $\text{OH}^-$  iyonu ihmal edilebilecek kadar azdır. *Çözelti çok seyreltik olmadıkça*, kuvvetli baz çözeltisindeki  $[\text{OH}^-]$  derişimi bazdan gelen  $\text{OH}^-$  iyonları derişimine eşit kabul edilebilir.

Bölüm 5 de görüldüğü gibi yaygın kuvvetli asit ve kuvvetli bazların sayıları oldukça azdır. Çizelge 17.2 deki listeyi bellekte tutmaya çalışınız.

Kuvvetli asit ve bazlar ile ilgili konu materyali ve örnek soru (Petrucci, 2008; s:674-675)

- Zayıf asit ve bazların özellikleri açıklandıktan sonra örnek sorular çözülmüştür. Daha sonra zayıf asit ve bazlara örnekler verilmiştir.



## Ek 6'nın devamı

**17-5 Zayıf Asitler ve Bazlar**

Şekil 17-7 de bir asit çözeltisinin iyonlaşması hem asit-baz indikatörü, hem de pH metre ile gösterilmektedir. Şekil 17-7a daki çözeltinin pembe rengi, 0,10 M HCl çözeltisinin pH değerinin 1,2 *den daha az* olduğunu belirtir. pH metre ise bu değer, *kuvvetli* asit olan HCl in 0,10 M çözeltisinden beklediğimiz 1,0 değerini gösterir. Şekil 17-7b deki sarı renk, 0,10 M HC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub> (asetik asit) çözeltisinin pH değerinin 2,8 *ya da daha büyük* olduğunu işaret eder. pH metre ise bu değeri 2,8 olarak ölçer.


Böylece, aynı molariteye sahip iki asit çözeltisinin *farklı* pH lara sahip olduğunu görürüz. Bir asidin molaritesi, çözeltiye konulmuş olan asidin miktarını gösterdiği halde, [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] ve pH çözelti içindeki *iyonlaşmayı* gösterir. Her iki çözeltide de su iyonları vardır. Fakat sudan gelen bu iyonlar ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Kuvvetli bir asit olan HCl in suda tümüyle iyonlaştığını (17.5) kabul ederiz. Zayıf bir asit olan HC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub> in iyonlaşması tersinirdir ve bir denge konumuna ulaşır.\*



\*İyonlaşma eşitliğini asit (1) + baz (2)  $\rightleftharpoons$  baz (1) + asit (2) şeklinde yazıyorduk. Burada hesaplama konusu olan [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] için asit (1) + baz (2)  $\rightleftharpoons$  asit (2) + baz (1) eşitliğini yazabiliriz.

Zayıf asit ve bazlar ile ilgili konu materyali (Petrucci, 2008; s:676)

## Ek 6'nın devamı



▲ **ŞEKİL 17-7** Kuvvetli ve zayıf asitlerin karşılaştırılması  
Her iki çözeltide de bulunan timol mavisi indikatörünün rengi pH değerine bağlıdır.

**pH < 1,2 < pH < 2,8 < pH**

kırmızı      portakal sarısı      sarı

pH metrenin çalışma ilkesi Kesim 21-4 de verilmektedir. (**solda**) 0,10 M HCl : pH ≈ 1.  
(**sağda**) 0,10 M HC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>: pH ≈ 2,8.

---

(17.11) tepkimesinin denge sabiti ifadesi,

$$K_a = \frac{[H_3O^+][C_2H_3O_2^-]}{[HC_2H_3O_2]} = 1,8 \times 10^{-5} \quad (17.12)$$

Nasıl ki, [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] derişimini kısaca pH şeklinde gösterirsek, *K* denge sabitini de kısaca *pK* şeklinde gösteririz (*pK* = -log*K*). Öyleyse, asetik asidin *pK<sub>a</sub>* değerini aşağıdaki gibi gösterebiliriz.

$$pK_a = -\log K_a = -\log(1,8 \times 10^{-5}) = -(-4,74) = 4,74$$

Tıpkı diğer denge sabitleri gibi, *K<sub>a</sub>* (bazlarda *K<sub>b</sub>*) değeri ne kadar büyükse, denge konumu o kadar sağa kaymıştır. Ayrıca, iyonlaşma ne denli fazla olmuşsa, meydana gelen iyonların derişimleri de o denli fazla olur. İyonlaşma sabiti *deneyisel* olarak saptanmalıdır.

Bazı zayıf asit ve bazların iyonlaşma sabitleri Çizelge 17-3 de verilmiştir. Daha geniş bir liste ise Ek-D de bulunabilir.

Zayıf asit ve bazlar ile ilgili konu materyali (Petrucci, 2008; s:677)

**Ek 6'nın devamı****Zayıf Asitler ve Bazların Belirlenmesi**

Bir çok zayıf asit, asetik asitle aynı yapısal özelliğe sahiptir: bir başka deyişle —COOH grubu molekülün bir parçasıdır. Bu *karboksil grubu*, laktik asit ve tüm amino asitlerde olduğu gibi, biyolojik açıdan önemli asitleri içeren pek çok organik asitlerin genel bir özelliğidir. Bu ve bundan sonra gelen diğer bölümlerde karboksilli asitlerin bazılarını örnek olarak kullanacağız.

Size aksi bilgi verilmedikçe, zayıf bir asidi kuvvetli bir asitten ayırmak için çizelge 17.2 de yer alan altı tane kuvvetli asiti bilmek yeterlidir. Çizelge 17.2 de yer almamış herhangi bir asit zayıf asittir.

İlk bakışta, zayıf bazları belirlemek, zayıf asitleri belirlemekten daha zor görünmektedir: Asitlerdeki formül önüne yazılan H gibi, bazlarda bazlığı gösteren belirgin bir element yoktur. Çizelge 17.3 deki zayıf bazlara bakarsanız piridin hariç diğerlerinin amonyaka benzediğini görürsünüz. Bu zayıf bazlarda amonyaktaki H atomlarından biri —C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, —C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, —OH veya —CH<sub>3</sub> gibi gruplardan biri ile

Zayıf asit ve bazları belirleyebilme ile ilgili konu materyali (Petrucci, 2008; s:677)



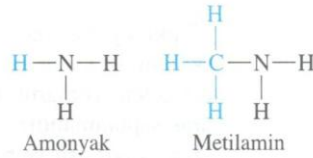
## Ek 6'nın devamı

ÇİZELGE 17.3 Bazı Zayıf Asit Zayıf Bazların 25 °C da Sudaki İyonlaşma Sabitleri

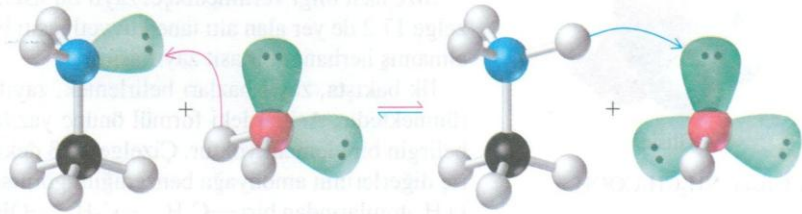
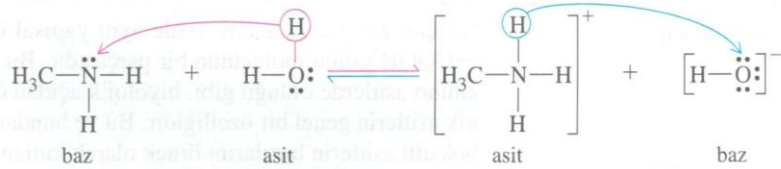
İyonlaşma Dengesi	İyonlaşma Sabiti $K$	pK	
<b>Asit</b>	$K_a =$	$pK_a =$	
İyodik asit	$\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{IO}_3^-$	$1,6 \times 10^{-1}$	0,80
Kloröz asit	$\text{HClO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}_2^-$	$1,1 \times 10^{-2}$	1,96
Klorasetik asit	$\text{HC}_2\text{H}_2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_2\text{H}_2\text{ClO}_2^-$	$1,4 \times 10^{-3}$	2,85
Nitröz asit	$\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^-$	$7,2 \times 10^{-4}$	3,14
Hidroflorik asit	$\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{F}^-$	$6,6 \times 10^{-4}$	3,18
Formik asit	$\text{HCHO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CHO}_2^-$	$1,8 \times 10^{-4}$	3,74
Benzoik asit	$\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2^-$	$6,3 \times 10^{-5}$	4,20
Hidrazoik asit	$\text{HN}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{N}_3^-$	$1,9 \times 10^{-5}$	4,72
Asetik asit	$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	$1,8 \times 10^{-5}$	4,74
Hipokloröz asit	$\text{HOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OCl}^-$	$2,9 \times 10^{-8}$	7,54
Hidrosiyanik asit	$\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CN}^-$	$6,2 \times 10^{-10}$	9,21
Fenol	$\text{HOC}_6\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$	$1,0 \times 10^{-10}$	10,00
Hidrojen peroksit	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}_2^-$	$1,8 \times 10^{-12}$	11,74
<b>Baz</b>	$K_b =$	$pK_b =$	
Dietilamin	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+ + \text{OH}^-$	$6,9 \times 10^{-4}$	3,16
Etilamin	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	$4,3 \times 10^{-4}$	3,37
Amonyak	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	$1,8 \times 10^{-5}$	4,74
Hidroksilamin	$\text{HONH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HONH}_3^+ + \text{OH}^-$	$9,1 \times 10^{-9}$	8,04
Piridin	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ + \text{OH}^-$	$1,5 \times 10^{-9}$	8,82
Anilin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	$7,4 \times 10^{-10}$	9,13

piridin,  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ .

yerdeğiştirmiştir. Bir metil grubu,  $-\text{CH}_3$ , bir hidrojen atomu ile aşağıdaki yapısal formüllerde görüldüğü gibi yer değiştirir.



Metilaminin iyonlaşmasını aşağıdaki gibi gösterebiliriz.



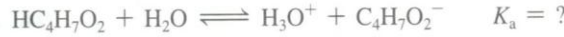
## Ek 6'nın devamı

**Değerlendirme Aşaması:**

- Konunun ardından bütün konuyu kapsayacak şekilde sorular çözülmüştür. Bunlardan zayıf asit-bazlarla ilgili örnek bir soru aşağıda verilmiştir.

**ÖRNEK 17-5**

*Zayıf Bir Asit Çözeltisinin pH Değerinden  $K_a$  Değerinin Bulunması.* Butirik asit,  $\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2$ , yapay tatlandırıcılar ve şuruplarda kullanılan bileşiklerin elde edilmesinde kullanılır. 0,250 M  $\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2$  çözeltisinde  $\text{pH} = 2,72$  bulunmuştur. Butirik asidin  $K_a$  değerini hesaplayınız.

**Çözüm**

$\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2$  nin  $K_a$  değeri  $K_{su}$  dan çok daha büyük olacağından, suyun iyonlaşmasını ihmal ederiz ve  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonlarının tümüyle butirik asidin iyonlaşmasından ileri geldiğini varsayız.  $\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2$  nin önce molekül halinde çözüldüğünü ve moleküllerin bir dengeye kadar iyonlaştığını düşünelim. Dengeye bulunan  $\text{H}_3\text{O}^+$  ve  $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^-$  derişimlerini  $x$  M ile gösterelim:



başlangıç derişimi:	0,250 M	—	—
değişme:	$-x$ M	$+x$ M	$+x$ M
denge derişimi:	$(0,250 - x)$ M	$x$ M	$x$ M

Burada  $x$ ,  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  derişimi olup, değeri bilinmemektedir.  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  değerini pH dan hesaplayabiliriz.

$$\begin{aligned} \log [\text{H}_3\text{O}^+] &= -\text{pH} = -2,72 \\ [\text{H}_3\text{O}^+] &= 10^{-2,72} = 1,9 \times 10^{-3} = x \end{aligned}$$

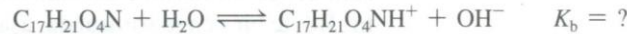
Şimdi aşağıdaki eşitliği,  $x$  yerine değerini koyarak,  $K_a$  için çözebiliriz.

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^-]}{[\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2]} = \frac{x \cdot x}{0,250 - x} \\ &= \frac{(1,9 \times 10^{-3})(1,9 \times 10^{-3})}{0,250 - (1,9 \times 10^{-3})} = 1,5 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

Bizim temel yaklaşımımızın doğru olduğuna dikkat ediniz:  $K_a$  değeri,  $K_{su}$  değerinden çok daha büyüktür.

**Alıştırma A:** Hipokloröz asit,  $\text{HOCl}$ , içme sularının ve yüzme havuzlarının sularının dezenfektesinde kullanılır. 0,150 M  $\text{HOCl}$  çözeltisinin pH değeri 4,18 dir. Hipokloröz asidin  $K_a$  sını belirleyiniz.

**Alıştırma B:** En zararlı uyuşturuculardan olan kokain bir alkaloiddir. Alkaloidler acı tatta olup, bazik özellik gösterirler. Kokain suda 0,17 g/100 mL çözelti oranında çözünebilir ve doymuş çözeltisinin pH değeri 10,08 dir. Kokain'in  $K_b$  değeri nedir?



Zayıf asit ve bazlarla ilgili örnek soru (Petrucci, 2008; s:679-680)

**Ek 6'nın devamı****3. Ders Planı:****Süre:** 50 dakika \*2 = 100 dakika**Kazanımlar:**

1. Poliprotik asitleri tanımlayabilme.
2. Poliprotik asitlerde iyonlaşmayı gösterebilme.
3. Hidroliz olayını kavrayabilme.
4. Asit ve bazların hidrolizini gösterebilme.

**Dikkat Çekme ve Güdüleme Aşaması:**

- Derse poli nedir sorusu ile başlanır. Öğretmen adaylarının fikir yürütmeleri sağlandıktan sonra poliasit ne demek olabilir şeklinde devam edilir. Böylece öğretmen adaylarının ilgisi konuya çekilmiş olur.

**Derse Geçiş Aşaması:**

- Derse poliprotik asitlerin tanımı ile başlanır. Poliprotik asitlere örnekler verildikten sonra poliprotik asitlerde iyonlaşma gösterilir.

**POLİPROTİK ASİTLER (ÇOK PROTONLU ASİTLER)**

Tek protonlu zayıf asitlerde birden fazla H atomu bulunmasına rağmen iyonlaşabilen bir tek hidrojen atomları vardır. Fakat bazı asitlerin moleküllerinde iyonlaşabilen birden fazla H atomları bulunur. Böyle asitlere poliprotik (çok protonlu) asitler denir. Örneğin fosforik asit ( $H_3PO_4$ ).

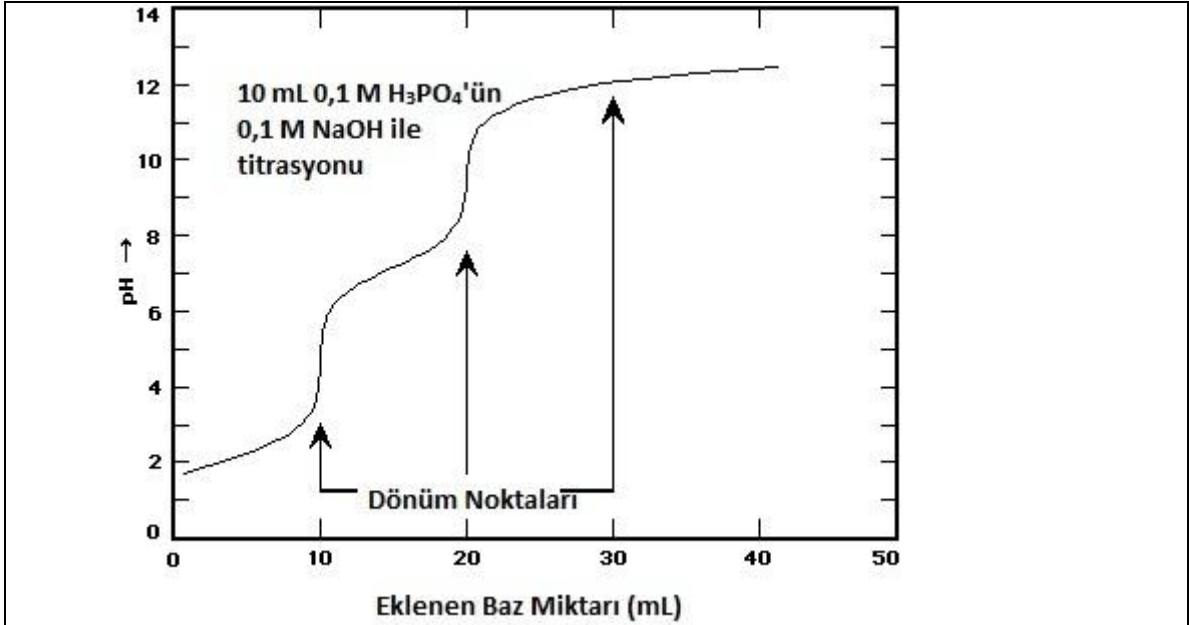
Fosforik asitte iyonlaşabilen 3 tane H atomu vardır. Dolayısıyla 3 protonlu bir asittir. Üç basamakta iyonlaşır ve her iyonlaşma basamağı için birer denge eşitliği, denge sabiti ifadesi ve  $K_a$  değeri vardır.



Fosforik asitin iyonlaşma sabitleri  $K_{a1} > K_{a2} > K_{a3}$  şeklindedir. Bu durumdan yola çıkarak:

- $K_{a1}$  değeri  $K_{a2}$  ve  $K_{a3}$  den çok daha büyüktür ve çözültideki  $H_3O^+$  iyonunun çok büyük bir kısmı 1. iyonlaşmadan ileri gelir.
- Birinci iyonlaşma sonunda oluşan  $H_2PO_4^-$  nin çok az bir kısmı iyonlaştığından, çözültide  $[H_2PO_4^-] = [H_3O^+]$  alınabilir.
- Asidin molaritesi ne olursa olsun  $[HPO_4^{2-}] \approx K_{a2}$  kabul edilebilir.

## Ek 6'nın devamı

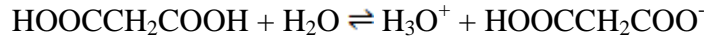


**Örnek:** Malonik asit iki protonlu bir asit olup, barbituratların üretilmesinde kullanılır.



1,00 M malonik asit çözeltisindeki  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ,  $[\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-]$  ve  $[\text{OOCCH}_2\text{COO}^-]$  derişimlerini hesaplayınız.

**Çözüm:**

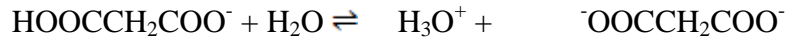


Başlangıç:	1,0 M	-	-
Değişim:	-x M	+xM	+xM
Denge:	(1-x) M	xM	xM

$$K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-]}{[\text{HOOCCH}_2\text{COOH}]} = 1,4 \times 10^{-3} = \frac{x \cdot x}{(1-x)} = \frac{x^2}{1,0} = 1,4 \times 10^{-3}$$

$$x^2 = 1,4 \times 10^{-3}$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-] = 3,74 \times 10^{-2} \text{ M}$$



Başlangıç:	$3,74 \times 10^{-2} \text{ M}$	$3,74 \times 10^{-2} \text{ M}$	-
(1. iyonlaşmadan gelen)			
Değişim:	-yM	+yM	+yM

Denge:	$(3,74 \times 10^{-2} - y) \text{ M}$	$(3,74 \times 10^{-2} + y) \text{ M}$	yM
--------	---------------------------------------	---------------------------------------	----

$$K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OOCCH}_2\text{COO}^-]}{[\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-]} = 2,0 \times 10^{-6} = \frac{(3,74 \times 10^{-2} + y)(y)}{(3,74 \times 10^{-2} - y)} = \frac{(3,74 \times 10^{-2})(y)}{3,74 \times 10^{-2}} = 2,0 \times 10^{-6}$$

$$y = [\text{OOCCH}_2\text{COO}^-] = 2,0 \times 10^{-6} \text{ M}$$

## Ek 6'nın devamı

**14.13 POLİPROTİK ASİTLER VE BAZLAR**

Birden fazla proton verebilen Brønsted asitlerine **poliprotik asitler** denir. Poliprotik asitlerin yaygın örnekleri iki proton verebilen sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) ve karbonik asit ( $H_2CO_3$ ) ile üç proton verebilen fosforik asittir ( $H_3PO_4$ ). **Poliprotik bazlar** ise birden fazla proton alabilen türlerdir. Bunlara örnek olarak iki proton alabilen  $CO_3^{2-}$  anyonu ile okzalal anyonu, ( $C_2O_4^{2-}$ ) ve üç proton alabilen  $PO_4^{3-}$  anyonu verilebilir.

Karbonik asitin iyonlaşma dengeleri aşağıdaki gibidir:



$$K_{a1} = \frac{[H_3O^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$



$$K_{a2} = \frac{[H_3O^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$

Birinci dengede  $H_2CO_3$ 'in konjüğe bazı olan  $HCO_3^-$  ikinci dengede asit olarak davranmakta ve kendi konjüğe bazı olan  $CO_3^{2-}$ 'i oluşturmaktadır. Toplu iyonlaşma denklemi, iki eşitliğin toplanması ile bulunur:



Bölüm 13.2' de anlatıldığı üzere toplam asitlik sabiti iki dengenin asitlik sabitlerinin çarpımına eşittir.

$$K_a = K_{a1} \times K_{a2}$$

**ÇİZELGE 14.5** Poliprotik asitlerin asitlik sabitleri

Asit	$K_{a1}$	$pK_{a1}$	$K_{a2}$	$pK_{a2}$	$K_{a3}$	$pK_{a3}$
Sülfürik asit, $H_2SO_4$	Kuvvetli		$1,2 \times 10^{-2}$	1,92		
Okzalik asit, $(COOH)_2$	$5,9 \times 10^{-2}$	1,23	$6,5 \times 10^{-5}$	4,19		
Sülfüroz asit, $H_2SO_3$	$1,5 \times 10^{-2}$	1,81	$1,2 \times 10^{-7}$	6,91		
Fosforoz asit, $H_3PO_3$	$1,0 \times 10^{-2}$	2,00	$2,6 \times 10^{-7}$	6,59		
Fosforik asit, $H_3PO_4$	$7,6 \times 10^{-3}$	2,12	$6,2 \times 10^{-8}$	7,21	$2,1 \times 10^{-13}$	12,68
Tartarik asit, $C_2H_4O_2(COOH)_2$	$6,0 \times 10^{-4}$	3,22	$1,5 \times 10^{-5}$	4,82		
Karbonik asit, $H_2CO_3$	$4,3 \times 10^{-7}$	6,37	$5,6 \times 10^{-11}$	10,25		
Hidrosülfürik asit, $H_2S$	$1,3 \times 10^{-7}$	6,89	$7,1 \times 10^{-15}$	14,15		

Poliprotik asit ile ilgili konu materyali (Atkins ve Jones, 1999; s:532)

**Bireysel Öğrenme Etkinlikleri Aşaması:**

- Bu aşamada öğretmen adayları sorulan örnek soruların çözümüne gönüllü olanlar bireysel olarak katılmışlardır. Bu aşamada kullanılan sorulara örnek aşağıda verilmiştir.



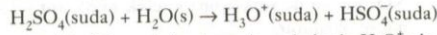
## Ek 6'nın devamı

**ÖRNEK 14.7 Sülfürik asit çözeltisinin pH'ının hesaplanması**

25°C'daki 0,010 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (suda) çözeltisinin pH'ını hesaplayınız. Çizelge 14.5'teki uygun bilgileri kullanınız.

**STRATEJİ** pH, toplam H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonunun molaritesine bağlı olduğu için, iki iyonlaşma basamağı da göz önünde bulundurulmalıdır. Sülfürik asitin ilk iyonlaşması tam olan bir poliprotik asittir. İkinci iyonlaşmadan dolayı, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> derişimi biraz artar, dolayısıyla pH, birinci iyonlaşmadan oluşan pH değerinden biraz düşük olur. Bunun etkisini belirleyebilmek için, bilinen yolla denge çizelgesi oluşturulur, fakat H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ve HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> molaritelerini bulurken, ilk protonun tamamen ayrıldığını kabul edip başlangıç değerleri kullanılır. K<sub>a2</sub> nispeten büyük olduğu için (0,012), herhangi bir ihmâl yapılmaz. Bu nedenle ikinci derece bir denklem çözmek gereklidir.

**ÇÖZÜM** İlk iyonlaşma sonucu:



başlangıçtaki asitin molaritesine eşit molaritede H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> oluşur, (0,010 mol·L<sup>-1</sup>). Bu değer pH= 2,0'ye karşılık gelir. İkinci proton aktarım dengesi;



$$K_{a2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]}$$

dır ve denge çizelgesinde türlerin molariteleri, mol/L cinsinden şöyle olur:

	Türler		
	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
<b>Adım 1.</b> Başlangıç molaritesi	0,010	0,010	0
<b>Adım 2.</b> Molaritedeki değişim	-x	+x	+x
<b>Adım 3.</b> Denge molaritesi	0,010-x	0,010+x	x

**Grafik çizebilen hesap makineleri veya çizim programları ikinci derece denklemlerin daha kolay çözülmesi için kullanılabilir.**



**ŞEKİL 14.17** Hidrojen karbonat içeren antiasit tabletlerin asitle çözünmesi ile oluşan köpürme, çeşitli dengeleri içine alan bir seri reaksiyon zincirinin bir sonucudur.

**Adım 4.** Şimdi 3. Adımdaki molarite değerlerini ikinci asitlik sabiti ifadesinde yerine koyunuz ve K<sub>a2</sub>= 0,012 değerini kullanınız:

$$0,012 = \frac{(0,010 + x) \cdot x}{0,010 - x}$$

x değerini bulabilmek için bu ifadeyi ikinci derece denklemine dönüştürünüz.

$$x^2 + 0,022x - (1,2 \times 10^{-4}) = 0$$

Daha sonra bu denklemi Özet 13.1'de verilen formülü kullanarak çözüünüz:

$$x = \frac{-0,022 \pm \sqrt{(0,022)^2 - 4(-1,2 \times 10^{-4})}}{2}$$

$$= 4,5 \times 10^{-3} \text{ ve } -2,7 \times 10^{-2}$$

x = [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] (Adım 3) olduğu için, negatif değer olamaz ve çözüm olarak x = 4,5 × 10<sup>-3</sup> alınır. Toplam H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> molaritesi ise;

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,010 + x = 0,010 + (4,5 \times 10^{-3}) = 1,4 \times 10^{-2} \text{ dolayısıyla}$$

$$\text{pH} = -\log(1,4 \times 10^{-2}) = 1,9$$

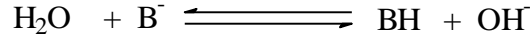
Çözeltinin pH'ı baştan tahmin ettiğimiz gibi 2,0'den küçüktür.

Poliprotik asitlerle ilgili örnek soru (Atkins ve Jones, 1999; s:534-535)

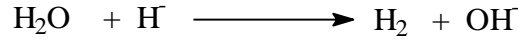
- Hidrolizin tanımı yapıldıktan sonra, hidroliz tepkimesine örnekler verilir. Daha sonra hidrolizin gerçekleşme koşullarından bahsedilir.

**Ek 6'nın devamı****HİDROLİZ**

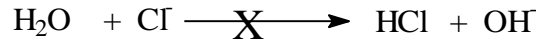
Bir iyonun su ile  $\text{H}_3\text{O}^+$  veya  $\text{OH}^-$  oluşturmak üzere tepkimeye girmesine hidroliz denir. Hidroliz, Bronsted-Lowry asit-baz reaksiyonu olarak görülebilir. Baz olarak davranan iyonların suda hidrolizi şöyledir:



Burada su asit olarak davranır. Hidrolizin derecesi anyonun bazlık gücüne bağlıdır ve dengede  $\text{B}^-$  ve  $\text{OH}^-$  iyonlarının derişimleri ölçülerek bulunur. Güçlü bazlar ( konjuge asitleri zayıf) kolay hidroliz olurlar.



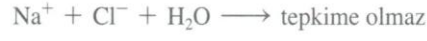
Yukarıdaki tepkime bir denge reaksiyonu değil, tamamen  $\text{OH}^-$  ve  $\text{H}_2$  yönüne doğrudur. Çünkü  $\text{H}^-$ ,  $\text{OH}^-$  'e göre çok güçlü bir bazdır (veya  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ 'ya göre çok zayıf asittir). Diğer taraftan  $\text{Cl}^-$  gibi bazı anyonlar hiç hidroliz olmazlar.



Çünkü  $\text{Cl}^-$ , çok zayıf bir bazdır ve konjuge asidi  $\text{HCl}$  çok güçlü bir asittir ve çözelti ortamında  $\text{HCl}$  molekülleri bulunmaz. Yani  $\text{HCl}$  suda % 100  $\text{H}^+$  ve  $\text{OH}^-$  ye iyonlaşır.  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ 'dan daha güçlü asit olduğundan hidroliz olmaz. Kural olarak konjuge asidi suyun asitliğinden daha fazla olan anyonlar hidroliz olmazlar. Bir tuzu suda çözdüğümüzde her zaman nötr ( $\text{pH}=7$ ) çözelti elde edilemez. Bazı tuzların çözeltileri asidik özellik gösterirken, bazı tuzların çözeltileri de bazik özellik gösterir. Hidroliz olayı tuzdaki iyonlardan birinin su molekülleri ile etkileşmesinden oluşur. Kuvvetli bir baz ile zayıf bir asidin oluşturduğu tuzların sudaki çözeltileri bazik özellik gösterirler.

**Ek 6'nın devamı****Hidroliz**

25 °C daki saf suda  $[H_3O^+] = [OH^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ M}$  ve  $\text{pH} = 7,00$  olduğunu öğrenmiştik. *Saf su pH bakımından nötrdür.* NaCl suda çözündüğünde tümüyle  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarına ayrışır ve çözeltinin pH değeri 7,00 olarak kalır. Biz bu olayı aşağıdaki eşitlikle ifade edebiliriz.





## Ek 6'nın devamı



▲ ŞEKİL 17-9 İyonların asit ve baz özelliği göstermesi

1 M lık çözeltilerin üçü de, pH değerine göre aşağıdaki renkleri alabilen bromtimol mavi-si indikatörünü içermektedir.

$\text{pH} < 7$	$\text{pH} = 7$	$\text{pH} > 7$
sarı	yeşil	mavi

(sol)  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$  asidiktir. (orta)  $\text{NaCl}(\text{aq})$  nötrdür. (sağ)  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2(\text{aq})$  baziktir.

Su içine  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ilave edildiğinde pH, 7 nin altına iner (Şekil 17-9). Bunun anlamı  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$  dir. Öyleyse, burada  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonu veren bir tepkime olmalıdır.



$\text{NH}_4^+$  ile  $\text{H}_2\text{O}$  arasındaki tepkime, temelde, diğer asit-baz tepkimelerinden farklı değildir. Bununla birlikte, bir iyonla su arasında meydana gelen tepkimeye çoğu zaman **hidroliz** tepkimesi adı verilir. Buna göre, amonyum iyonu *hidroliz olur*, klorür iyonu hidroliz olmaz deriz.

Sodyum asetat suda çözüldüğü zaman pH değeri 7 nin üstüne çıkar (Şekil 17-9c). Öyleyse, çözeltilde  $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$  dir. Burada asetat iyonu hidroliz olmuştur.



### Tuz Çözeltilerinin pH ı

Bu bilgilerden sonra, iyonik çözeltilerdeki pH değerini *nitel* olarak tahmin edebilir ve *nicel* olarak hesaplayabiliriz. Unutmamak gerekir ki, hidroliz tepkimesi ancak bir zayıf asit ya da zayıf baz oluşturan tepkimelerde olasıdır. Aşağıdaki genelleştirmeler hidroliz olayı için büyük yararlar sağlayacaktır.

- Kuvvetli asit ve bazların tuzları (ör.  $\text{NaCl}$ ) *hidroliz olmaz*. Çözeltinin pH değeri 7 dir.
- Kuvvetli baz ve zayıf asitlerin tuzları (ör.  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) *hidroliz olur*:  $\text{pH} > 7$ . (Anyon bir baz gibi davranır.)
- Zayıf bazların kuvvetli asitlerle verdiği tuzlar (ör.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) *hidroliz olur*:  $\text{pH} < 7$  (kation bir asit gibi davranır.)
- Zayıf asit ve zayıf bazların tuzları (ör.  $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) *hidroliz olur*. (Kationlar asit, anyonlar bazdır. Çözeltinin asidik mi, yoksa bazik mi olacağı, iyonların  $K_a$  ve  $K_b$  lerinin bağlı değerlerine bağlıdır.)

## Ek 6'nın devamı

**Değerlendirme Aşaması:**

- Asit ve bazların hidrolizi tepkimeler üzerinde gösterilerek örnek sorular çözülür (Petrucci, 2008, s:692, soru 17.11).

**ÖRNEK 17-11**

*Hidroliz Tepkimelerinde Asitlik ve Bazlığın Öngörülmesi.* Aşağıdaki çözeltileri asidik, bazik ya da nötr diye belirtiniz. (a) NaOCl (aq); (b) KCl (aq); (c) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(aq).

**Çözüm**

(a) Ortamdaki iki iyondan Na<sup>+</sup> hidroliz olmaz. OCl<sup>-</sup> hidroliz olur. OCl<sup>-</sup> iyonu HOCl nin eşlenik bazıdır ve **bazik** çözelti oluşturur (pH > 7)

$$\text{OCl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HOCl} + \text{OH}^-$$

(b) K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonunun ikisi de hidroliz olmaz. KCl (aq) **nötr**, yani pH = 7 dir.

(c) NH<sub>4</sub><sup>+</sup> hidroliz olur, fakat NO<sub>3</sub><sup>-</sup> hidroliz olmaz (HNO<sub>3</sub> kuvvetli asittir).

$$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$$

Bu hidroliz tepkimesinden dolayı [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] > [OH<sup>-</sup>] dir ve çözelti **asidik**, yani pH < 7 dir.

**Alıştırma A:** Aşağıdaki 1,0 M çözeltilerin herbirinin asidik, bazik ve pH nötr olup olmadığını tahmin ediniz. (a) CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (aq), (b) NaI(aq), (c) NaNO<sub>3</sub>(aq)

**Alıştırma B:** H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> iyonu içeren bir sulu çözeltinin pH sı 4,7 dir. H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> iyonunun su ile verdiği *iki* tepkimeyi yazınız ve hangi tepkimenin daha çok olacağını belirtiniz.

Hidrolizle ilgili örnek soru (Petrucci, 2008, s:692)

**Ek 6'nın devamı****4. Ders Planı:****Süre:** 50 dakika \*2 = 100 dakika**Kazanımlar:**

1. Molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasında ilişki kurabilme.
2. Bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasında ilişki kurabilme.
3. Asidik, bazik ve amfoterik oksitleri tanımlayabilme.
4. Oksoasitlerin ve organik asitlerin kuvvetliliğini belirleyebilme.

**Dikkat Çekme ve Güdüleme Aşaması:**

- Derse molekül yapısı ile asitlik ve bazlık arasında bir ilişki olabilir mi sorusu ile başlanır. Daha sonra bu ilişkinin özellikleri hakkında öğretmen adaylarının fikir yürütmeleri istenir. Böylece öğretmen adaylarının dikkati öğretilen konuya çekilmiş olur.

**Derse Geçiş Aşaması:**

- Derse molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasındaki ilişkinin anlatılmasıyla devam edilir. Daha sonra bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasındaki ilişki açıklanır.

**MOLEKÜL YAPISI VE ASİT-BAZ DAVRANIŞI**

HF zayıf asit olduğu halde HCl neden kuvvetli asittir? Asetik asit (CH<sub>3</sub>COOH) niçin etil alkolden (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH) daha kuvvetli, klor asetik asitten daha zayıftır? Bu soruların cevabı maddelerin molekül yapılarındadır.

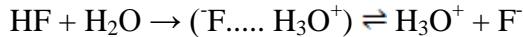
H-X bağının kuvveti arttıkça asitlik zayıflamaktadır.

	<b>HI</b>		<b>HBr</b>		<b>HCl</b>		<b>HF</b>
<i>Bağ uzunluğu (pm)</i>	160,9	>	141,4	>	127,4	>	91,7
<i>Bağ ayrışma enerjisi (kJ/mol)</i>	297	<	368	<	431	<	569

Asitlik kuvveti ise: HI > HBr > HCl > HF

$$K_a = 10^9 > 10^8 > 1,3 \times 10^6 > 6,6 \times 10^{-4}$$

HF'in diğer halojen asitlerinden daha zayıf bir asit olması beklenmekle birlikte bu durum sadece bağ ayrışma enerjisiyle açıklanamaz. Hidroflorik asidin bu zayıflığı ancak kuvvetli hidrojen bağları yapabilmesiyle açıklanabilir. HF<sub>(aq)</sub> çözeltileri, hidrojen bağları sonucu meydana gelen iyon çiftleri içerir ve serbest H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> derişimi, olması gerekenden azdır.



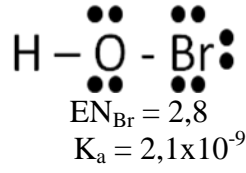
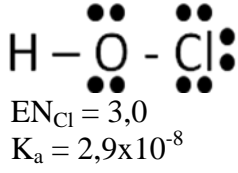
iyon çifti

**Oksoasitlerin Kuvvetleri**

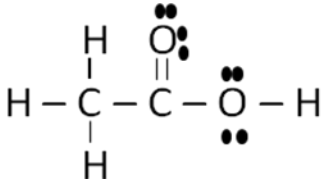
Oksoasitlerin bağıl kuvvetlerini belirlemek için O-H bağı elektronlarının merkez atoma doğru çekilmesini incelemek gerekir. O-H bağı elektronlarının çekilmesine neden olan etkenler merkez atomun elektronegatifliği ve asit molekülündeki O atomlarının sayısıdır.

HOCl ve HOBr asitlerinin kuvvetlerini etkileyen başlıca etken elektronegatifliktir. Cl atomu Br'den daha elektronegatif olduğuna göre HOCl asidi HOBr'den daha kuvvetli asit olmalıdır.

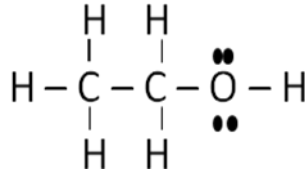
## Ek 6'nın devamı

**Organik Asitlerin Kuvveti**

Asetik asit ile etanolun asitlik kuvvetlerini karşılaştıralım. Her iki bileşikte de OH grubu bulunmasına karşın asetik asit etanolden daha kuvvetli asittir.

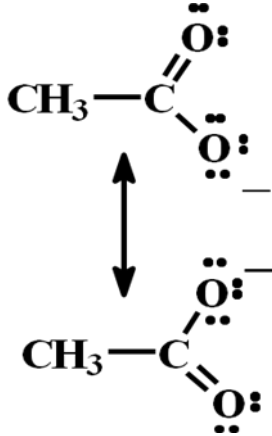


Asetik Asit  
 $\text{K}_a = 1,8 \times 10^{-5}$

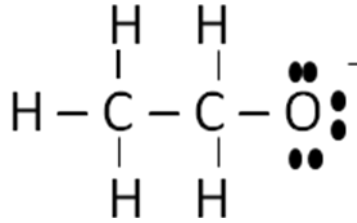


Etanol  
 $\text{K}_a = 1,3 \times 10^{-16}$

Bu iki bileşiğin büyük asitlik farkını asetik asitteki elektronegatif O atomunun OH bağından elektron çekmesiyle açıklayabiliriz. Bu bağ zayıflar ve  $\text{H}^+$  verilmesi kolaylaşır. Ancak daha iyi bir açıklama iyonlaşma sonunda oluşan anyonların kararlılıklarına bakılarak yapılabilir.



Asetat iyonu



Etoksit iyonu

Asetat iyonunun iki rezonans sınır formülü vardır ve her bir karbon-oksijen bağı  $\frac{3}{2}$  değerinde, her bir O atomunun yükü  $\frac{1}{2}$  dir. Başka bir deyişle,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  deki negatif yük moleküle dağılmıştır. Bu yük dağılımı, O atomlarının proton yakalama eğilimini azaltır ve asetat iyonunun zayıf bir baz olmasını sağlar. Etoksit iyonunda ise, negatif yük tek bir O atomu üzerinde birikmiştir ve bu iyonun proton yakalaması daha kolaydır. İşte bu nedenle, etoksit iyonu asetat iyonundan daha kuvvetli bir bazdır. Eşlenik baz ne kadar kuvvetli ise, karşılık gelen asit o kadar zayıf olacaktır.

**Ek 6'nın devamı****17-8 Molekül Yapısı ve Asit-Baz Davranışı**

Buraya kadar, asit-baz kimyasını hem nitel, hem de nicel bakımdan inceledik. Fakat hala yanıtlanmamış bazı önemli sorular vardır. Örneğin, HF zayıf asit olduğu halde niçin HCl kuvvetli asittir? Asetik asit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) niçin etanol'den ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) daha kuvvetli, klorasetik asitten zayıf bir asittir?

Bütün bu soruların yanıtları molekül yapılarındadır ve bağıl asit kuvvetleri terimiyle açıklanabilir. İşte bu kesimde molekül yapıları ile asit ve bazların kuvvetleri arasındaki ilişkiyi inceleyeceğiz.

**İkili Asitlerin Kuvvetleri**

Bir bileşiğin asit olabilmesi için bir proton verebilmesi gerektiğinden, asitlik kuvvetinin bağ kuvveti ile bir ilişkisi olduğunu düşünebiliriz. Ancak bu düşünce, olayı oldukça basite indirmek demektir. Yani, HX tipinde bir asidin kuvvetini H—X bağının kuvvetine bağlamak acaba ne kadar geçerlidir? Herşeyden önce, bağ kuv-

Molekül yapısı ile asit-baz davranışı arasındaki ilişki ile ilgili konu materyali (Petrucci, 2008; s:693)

## Ek 6'nın devamı

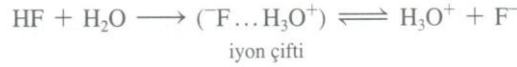
vetinin ölçüsü olan bağ ayrışma enerjisi gaz hali için tanımlanmıştır. Oysa biz burada çözelti içindeki iyonlaşmadan söz ediyoruz. Yine de, görünen o ki, H—X bağının kuvveti arttıkça asitlik *zayıflamaktadır*. Bağ kuvvetinin büyük olması ise bağ uzunluğunun kısa, bağ ayrışma enerjisinin yüksek olması anlamına gelir. 17 nci grubun ikili asitlerinde bağ uzunluğu ve bağ ayrışma enerjisi aşağıdaki biçimde değişir.

	HI	HBr	HCl	HF
<i>bağ uzunluğu:</i>	160,9	> 141,4	> 127,4	> 91,7 pm
<i>bağ ayrışma enerjisi:</i>	297	< 368	< 431	< 569 kJ/mol

Asitlik kuvveti de aşağıdaki sıraya göre *azalır*.

$$K_a = \underbrace{10^9 > 10^8 > 1,3 \times 10^6}_{\text{kuvvetli asit}} > \underbrace{6,6 \times 10^{-4}}_{\text{zayıf asit}}$$

HF in diğer halojen asitlerinden daha zayıf bir asit olması beklenmekle birlikte, bu derece zayıflığı yalnızca bağ ayrışma enerjisinin büyüklüğüne bağlanamaz. Hidroflorik asidin bu zayıflığı ancak kuvvetli hidrojen bağları (Şekil 13-27) yapabilmesiyle açıklanabilir. HF(aq) çözeltileri, hidrojen bağları sonucu meydana gelen iyon çiftleri içerirler ve serbest H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> derişimi, olması gerekenden azdır.



Aynı *periyottaki* elementlerin oluşturduğu ikili asitlerin kuvvetlerini etkileyen en önemli etken bağ polarlığıdır. H—X bağının polarlığı, bağı oluşturan atomların elektronegatiflik farkı ( $\Delta\text{EN}$ ) büyüdükçe artar. Polar olmayan bir bağa göre, kısmi iyonik yükün mevcut olduğu polar bir bağdan bir protonun kopmasının daha kolay olmasını bekleriz.

$$\begin{array}{cccc} \text{CH}_4 & \text{NH}_3 & \text{H}_2\text{O} & \text{HF} \\ \Delta\text{EN:} & 0,4 & < 0,9 & < 1,4 & < 1,9 \end{array}$$

CH<sub>4</sub> ve NH<sub>3</sub> suda asit özelliği göstermez. H<sub>2</sub>O nun asitliği oldukça sınırlı ( $K_{\text{su}} = 1,0 \times 10^{-14}$ ), HF in asitliği orta kuvvettedir ( $K_a = 6,6 \times 10^{-4}$ ).

Bağların kuvveti ve asitlerin kuvvetliliği arasındaki ilişki ile ilgili konu materyali (Petrucci, 2008; s:694)

- Derse asidik, bazik ve amfoterik oksitlerin tanımıyla devam edilmiş olup, bunlara çeşitli örnekler verilmiştir.
- Oksoasitler ve organik asitlerin kuvvetliliğinin belirlenmesi anlatılmış olup örnekler üzerinde açıklanmıştır.



## Ek 6'nın devamı

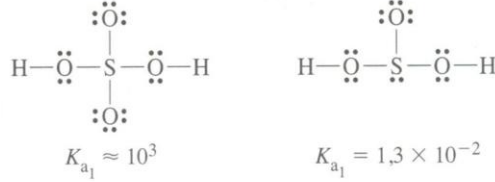
**Oksiasitlerin Kuvvetleri**

Oksiasitlerin bağıl kuvvetlerini belirleyebilmek için, O—H bağı elektronlarının merkez atomuna doğru çekilmesini inceleyelim. O—H bağı elektronlarının çekilmesine neden olan etkenler; (1) merkez atomunun elektronegatifliği (EN) ve (2) asit molekülündeki O atomlarının sayısıdır.

HOCl ve HOBr asitlerinin kuvvetlerini etkileyen başlıca etken elektronegatifliktir. Cl atomu Br atomundan biraz daha elektronegatifdir. Öyleyse HOCl asidi HOBr'den daha kuvvetli asit olmalıdır.



$\text{H}_2\text{SO}_4$  ve  $\text{H}_2\text{SO}_3$  asitlerinin kuvvetlerini karşılaştırmak için her bir asit molekülünde merkezi atom olan "S" ün dışındaki atoma bakmalıyız.



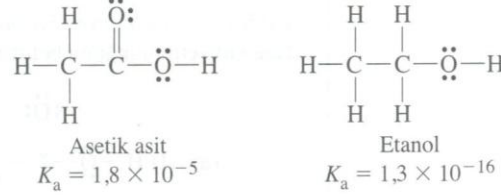
Burada bizim beklentimiz, uçtaki oldukça elektronegatif olan O atomunun O—H bağından elektronları çekerek bağı zayıflatması ve molekülün asitliğini artırmasıdır.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  de *iki* tane uçsal O atomuna karşılık  $\text{H}_2\text{SO}_3$  de yalnız bir tane vardır, dolayısıyla  $\text{H}_2\text{SO}_4$  elektron çekme etkisinin daha fazla olmasını beklemeliyiz. Sonuç olarak  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  den daha kuvvetli bir asittir.

Oksoasitlerin kuvvetliliğinin belirlenmesi ile ilgili konu materyali (Petrucci, 2008; s:694-695)

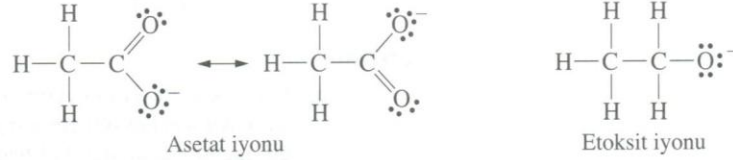
## Ek 6'nın devamı

**Organik Asitlerin Kuvvetleri**

Asit kuvvetleri ile molekül yapısı arasındaki ilişkiyi, organik asitlerin kuvvetlerini karşılaştırarak noktalayalım. İlk önce asetik asit ve etanol'u ele alalım. Her iki bileşikte de OH grubu bulunmasına karşın, asetik asit etanol'den daha kuvvetli bir asittir.

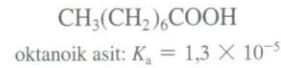
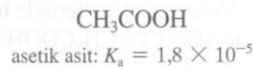


Bu iki bileşiğin büyük asitlik farkını asetik asitteki elektronegatif O atomunun OH bağından elektron çekmesiyle açıklayabiliriz. Bu bağ zayıflar ve proton ( $\text{H}^+$ ) verilmesi kolaylaşır. Ancak, daha iyi bir açıklama, iyonlaşma sonunda oluşan anyonların kararlılıklarına bakılarak yapılabilir.



Asetat iyonunun iki rezonans sınır formülü vardır ve her bir karbon-oksijen bağı " $\frac{3}{2}$ " değerinde, her bir O atomunun yükü " $\frac{1}{2}$ " dir. Başka bir deyişle,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  deki negatif yük moleküle dağılmıştır. Bu yük dağılması, O atomlarının proton yakalama eğilimini azaltır ve asetat iyonunun zayıf bir baz olmasını sağlar. Etoksit iyonunda ise, negatif yük tek bir O atomu üzerinde birikmiştir ve bu iyonun proton yakalaması daha kolaydır. İşte bu nedenle, etoksit iyonu asetat iyonundan daha kuvvetli bir bazdır. Eşlenik baz ne kadar kuvvetli ise, karşılık gelen asit o kadar zayıf olacaktır.

Asetik asit ve oktanoik asit karşılaştırmasında görüleceği gibi, bir karboksilik asit molekülündeki karbon zincirinin uzunluğunun asitlik kuvveti üzerine çok az bir etkisi vardır.



Organik asitlerin kuvvetliliğinin belirlenmesi ile ilgili konu materyali (Petrucci, 2008; s:695)

**Bireysel Öğrenme Etkinlikleri ve Değerlendirme Aşaması:**

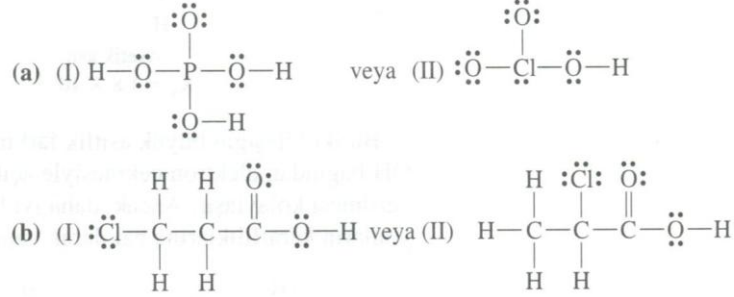
- Bu aşamada öğretmen adayları oksoasitler ve organik asitlerin kuvvetliliğinin belirlenmesi ile ilgili örnekler çözülmüştür (Petrucci, 2008, s:696 örnek 17.14). Sorunun çözümüne gönüllü olanlar bireysel olarak katılmışlardır. Bu aşamada kullanılan sorulara örnek aşağıda verilmiştir.



## Ek 6'nın devamı

## ÖRNEK 17-14

Asit Kuvvetini Etkileyen Etkenlerin Belirlenmesi. Aşağıdaki asit çiftlerinde hangi asidin daha kuvvetli olduğunu belirtiniz.



## Çözüm

- (a) Fosforik asitte,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , dört O atomu, klorik asitte,  $\text{HClO}_3$ , üç O atomu vardır. Fakat asit kuvvetlerini karşılaştırırken, O atomlarının toplam sayısına değil, merkez atomuna ikili bağla bağlı O atomlarının sayısına bakmalıyız.  $\text{HClO}_3$  te böyle iki O atomu,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  de bir O atomu vardır. Ayrıca, Cl atomu ( $\text{EN} = 3,2$ ) P atomundan ( $\text{EN} = 2,2$ ) çok daha elektronegatifdir. Öyleyse, klorik asit diğerinden daha kuvvetli olmalıdır ( $\text{HClO}_3$  için  $K_a \approx 5 \times 10^{-2}$ ;  $\text{H}_3\text{PO}_4$  için  $K_{a1} = 7,1 \times 10^{-3}$ ).
- (b) Cl atomu karbonil grubuna yakın olduğunda elektronu daha çok çeker. Öyleyse, (II) bileşiği (2-klorpropanoik asit,  $K_a = 1,4 \times 10^{-3}$ ) (I) bileşiğinden (3-klorpropanoik asit,  $K_a = 1,0 \times 10^{-4}$ ) daha kuvvetli olmalıdır.

**Alıştırma A:** Verilen asit çiftlerinde hangi asidin daha kuvvetli olduğunu açıklayınız:  $\text{HNO}_3$  ya da  $\text{HClO}_4$ ;  $\text{CH}_2\text{FCOOH}$  ya da  $\text{CH}_2\text{BrCOOH}$

(İpucu: Uygun Lewis yapılarını yazınız.)

**Alıştırma B:** Verilen asit çiftlerinde hangi asidin daha kuvvetli olduğunu açıklayınız:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  veya  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ;  $\text{CCl}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  veya  $\text{CCl}_2\text{FCH}_2\text{COOH}$

(İpucu: Uygun Lewis yapılarını yazınız.)

Oksoasitler ve organik asitlerin kuvvetliliğinin belirlenmesi ile ilgili örnek (Petrucci, 2008; s:696)

## Ek 7. Tanıtım Derslerinde Kullanılan REACT Stratejisine Göre Hazırlanmış Ders Planı

### Ders Planı

**Ders:** Genel Kimya Laboratuvar I

**Konu:** İndirgenme-Yükseltgenme

**Süre:** 100 dakika

**Bağlam:** Gümüş

	Materyal	Süre
Relating	Fotokimya	15 dakika
Experiencing	Yükseltgenme-indirgenme deneyi	40 dakika
Applying	Soru çözme	15 dakika
Cooperating	Elektrokimyasal pil	20 dakika
Transferring	Çözeltilerin saklanması	10 dakika

### İLİŞKİLENDİRME (RELATING)

- Fotoğrafçılıkta kullanılan AgI, AgCl ve AgBr'ün rolünün açıklanması öğrencilerin konuya ilgilerini çekmek için kullanılır.

# Fotokimya



Fotoğrafçılıkta öncelikle taban olarak cam kullanılmıştır. Daha sonra 1889'da Amerika'da Eastman Kodak cam yerine selüoit (selüloz nitrat)'i taban olarak kullandı ve filmi rulo olarak makineye takma imkanı doğdu. Günümüzde yanan bir madde olan selüoit yerine yanmayan bir madde olan selüloz asetat veya plastik kullanılmaktadır.

Filmler görüntüyü sağlamak için ışığa karşı duyarlı hale getirilmiş malzemelerdir. Bu malzemeler, objektiften geçen görüntünün kalıcılığını sağlamak amacıyla saydam bir taşıyıcı üzerine sürülmüş ışığa karşı duyarlı (jelatin içerisine emdirilmiş gümüş bileşiklerinden) maddeden oluşur. Filme ulaşan ışığın taşıdığı enerji, AgBr, AgCl ve AgI'ya aktarılır. Böylece ışık düşen bölgelerdeki gümüş tuzu molekülleri arasındaki bağlar koparken ışık görmemiş bölgelerdeki bileşikler aynen kalır. Örneğin ışık bir AgCl kristaline çarptığında Cl<sup>-</sup> iyonu Cl atomuna dönüşür. Burada kopan elektron da Ag<sup>+</sup> iyonunu Ag atomuna dönüştürür. Yani;

Klor iyonundan elektron kopması (Yükseltgenme):

$$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- + \text{ışık enerjisi} \rightarrow \text{Ag} + \text{Cl} + 1 \text{ elektron}$$

Gümüş iyonlarının elektron yakalaması (İndirgenme):

$$\text{Ag}^+ + 1 \text{ elektron} \rightarrow \text{Ag (metal)}$$

**Ek 7'nin devamı**

Gümüş iyonları elektron yakaladığında, film üzerinde koyu renk bir görüntü oluşur. Kimyasal olarak diyebiliriz ki klor iyonları yükseltgenirken gümüş iyonları indirgenmiştir.

**TECRÜBE ETME (EXPERIENCING)****DENEY: YÜKSELTGENME-İNDİRGENME TEPKİMELERİ**

Bu deneyde;

- Metalik bakır ile  $\text{AgNO}_3$  çözeltisi,
- Metalik bakır ile derişik nitrik asit çözeltisi,
- Metalik çinko ile derişik nitrik asit çözeltisi,
- Metalik çinko ile bakır sülfat çözeltisi,

Arasındaki yükseltgenme-indirgenme tepkimeleri incelenecektir.

**Araç-gereçler**

0,1 M $\text{AgNO}_3$ çözeltisi	0,1 M $\text{CuSO}_4$ çözeltisi	Derişik $\text{HNO}_3$ çözeltisi,
Derişik $\text{H}_2\text{SO}_4$ çözeltisi	Bakır şerit	Çinko levha
Deney tüpü (4)	Beher	

**Deneyin Yapılışı**

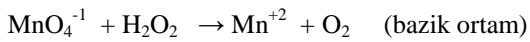
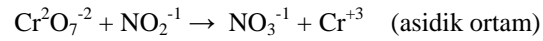
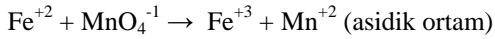
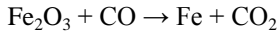
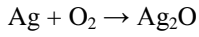
1. Bir deney tüpüne 2 mL 0,1 M  $\text{AgNO}_3$  çözeltisi koyup üzerine 3 mL damıtık su ekleyin. Bu çözeltiliye küçük bir parça bakır şerit (yaklaşık 0,2 g) atın ve 5-10 dakika süreyle gözleyerek gözlemlerinizi yazın.
2. Bir deney tüpüne küçük bir parça bakır şerit (yaklaşık 0,2 g) atıp üzerine 3 mL derişik  $\text{HNO}_3$  çözeltisi ekleyin ve 5-10 dakika süreyle gözleyerek gözlemlerinizi yazın.
3. 250 mL'lik bir beheri yarısına kadar musluk suyu ile doldurun ve suyu kaynatın. 2 nolu işlemde hazırlanan çözeltiliyi kaynayan suyun içine koyarak gaz çıkışı bitene dek bekletin ve gözlemlerinizi yazın.
4. 3 nolu işlemdeki çözeltiliye küçük bir parça çinko (yaklaşık 0,2 g) metali atın ve 10 dakika süreyle gözleyerek gözlemlerinizi yazın.
5. Bir deney tüpüne 2 mL  $\text{CuSO}_4$  çözeltisi koyup üzerine 3 mL damıtık su ekleyin. Bu çözeltiliye küçük bir parça çinko (yaklaşık 0,2 g) metali atın ve 5-10 dakika süreyle gözleyerek gözlemlerinizi yazın.

**Ek 7'nin devamı****Sorular**

1. Tüm işlemler için her bir işlemde oluşan yarı tepkimeleri ve denkleştirilmiş toplam tepkimeyi yazın.
2. 1 nolu işlemde  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$  iyonlarının tepkimeye girmeme ve çözelti renginin maviye dönme nedenini açıklayın.
3. 2 ve 3 nolu işlemlerde tepkime sırasında açığa çıkan gazın adını yazın.
4. 4 ve 5 nolu işlemlerle ilgili tepkimelerdeki  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$  iyonlarının işlevini açıklayın.
5. 4 ve 5 nolu işlemleri karşılaştırarak sonuçları yorumlayın.

**UYGULAMA (APPLYING)**

- Öğrencilerin konuyla ilgili yükseltgenme-indirgenme soruları çözerek konuyla ilgili uygulama yapmalarını sağlar.

**Aşağıdaki reaksiyonları denkleştiriniz.**

## Ek 7'nin devamı

## İŞBİRLİĞİ (COOPERATING)

- Bu basamakta öğrencilere grup olarak yapmaları gereken bir ödev verilir.

**ELEKTROKİMYASAL PİLLER**

Cu Ag

1M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 1 M AgNO<sub>3</sub>

Cu(k) → Cu<sup>+2</sup> + 2e<sup>-</sup> E<sub>yükseltgenme</sub> = -0,34 volt

Ag(k) → Ag<sup>+1</sup> + e<sup>-</sup> E<sub>yükseltgenme</sub> = -0,80 volt

Şekilde Cu-Ag pili ile Cu ve Ag'nin yükseltgenme yarı pil potansiyelleri verilmiştir. Buna göre;

- Pil üzerinde doldurmanız gereken boşlukları doldurunuz.
- Bu redoks tepkimesi için yükseltgenme ve indirgenme yarı reaksiyonlarını yazınız.
- Pilin E<sup>0</sup><sub>pil</sub> potansiyelini hesaplayınız.
- Anot nedir? Katot nedir? Anot ve katodu şekilde gösteriniz.
- Anot ve katotta meydana gelen reaksiyonları yazınız.

**Ek 7'nin devamı****TRANSFER ETME (TRANSFERRING)**

- Bu basamakta öğrencilere daha önceden öğrendiği bilgilere göre transfer yapmaları beklenir.
- Bu konu için seçilen bağlam gümüş olduğu için gümüş ile ilgili daha önceden öğrencilerin karşılaşmış oldukları fakat nedenini bilmedikleri düşünülen bir soru verilir ve öğrenciler bu soruya cevap bulmaya çalışırlar.
- Bu basamakta öğrencilere gümüşe karşı alerji geliştirmekle ilgili bir soru yöneltilir. Örneğin:
  - ✓ Gümüşe karşı alerjiniz olduğunu düşünüyor musunuz? Ya da çevrenizde gümüşe karşı alerjisi olduğunu söyleyen veya gümüş takı takamadığını söyleyen birileri var mı?
  - ✓ Peki nasıl belirtiler görmeniz üzerine gümüş alerjisi olduğunuza karar verdiniz?
  - ✓ Nasıl önlemler aldınız?

**SAHTE GÜMÜŞ ALERJİSİ**

Bazı insanlar gümüş takılar taktıklarında derilerinde kızarıklık, döküntü gibi bir takım belirtiler gördükten sonra gümüşe karşı alerjileri oldukları sonucuna ulaşmıştır. Aslında gümüşe ya da altına alerjisi olduğunu düşünen insanların asıl alerjisi gümüş ve altının içinde bulunan nikel karşıdır. Nikel gümüş ve altın takıların içinde eser miktarda bulunmaktadır (URL – 23, 2010).

Nikel alerjisi, erkeklere nispeten kadınlarda daha sık görülür. Bu da özellikle kulakta açılan deliklerden piercing ve deride takılar için açılan deliklerden ve derinin kıymetli madenlerle teması içinde olmasından kaynaklanmaktadır. Kulak delmek için kullanılan iğneler veya küpe takılması ile alerji başlar. Nikel bu şekilde deriye/kana nüfuz ederek hassaslığa sebep olabilir. Kişi böylece maddeye karşı alerji geliştirmiş olur ve maddenin deri ile yaptığı her temastan bir kaç saat sonra egzama görülebilir.

Kulağı delmek için yalnızca paslanmaz steril iğneler kullanılmalıdır. Delme işleminden sonra en azından üç hafta nikel içermeyen küpeler kullanılmalıdır.

Özellikle mücevher takitleri, metal kaplı mutfak aletleri, parlak kapı kolları, fermuarlar, tokalar, iğneler, örgü şişleri, makaslar, gözlük çerçeveleri, düğmeler ve madeni paralar nikel içerir (URL – 24, 2010). Nikele karşı alerjisi olanlar nikel içeren maddelerden uzak durmaya çalışmalılar.

## Ek 8. Tanıtım Derslerinde Kullanılan 5E Modeline Göre Hazırlanmış Ders Planı

### Ders Planı

**Ders:** Genel Kimya Laboratuvar I

**Konu:** İndirgenme-Yükseltgenme

**Süre:** 100 dakika

	Materyal	Süre
<b>Enter</b>	Okuma Parçası (Redoks ve elma)	10 dakika
<b>Explore</b>	Yükseltgenme-indirgenme deneyi	40 dakika
<b>Explain</b>	Konu anlatımı	20 dakika
<b>Elaborate</b>	Çözeltilerin Saklanması	15 dakika
<b>Evaluate</b>	Soru Çözümü	15 dakika

### GİRME (ENTER)

- Bu basamakta öğrenciler kendilerine dağıtılan okuma parçasını okurlar. Daha sonra yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerini hakkında daha önceki bilgilerine dayanarak açıklamaları yapmaları ve fikir yürütmeleri beklenir.

#### REDOKS TEPKİMESİ VE ELMA



Elma 1 sene boyunca ihtiyacımızın olduğu bir meyvedir, her mevsim turfanda elma bulunur.

$Fe^{+2}$  kanımızdaki hemoglobinin temel maddesidir. Gıdalardaki ve ilaçlardaki demir iyonu ise  $Fe^{+3}$ 'tür.  $Fe^{+2}$  ihtiyacımızı elma ve nisan yağmuru ile karşılamamız gerekir veya elma çekirdeği yenilmelidir.

Kansızlık için alınan  $Fe^{+3}$  preparatları bağırsakları tahrip eder ve genelde faydası görülemez. Çünkü ilaç olarak veya gıdalarla aldığımız  $Fe^{+3}$  vücudumuzda ancak elma çekirdeğiyle indirgenerek  $Fe^{+2}$ 'ye dönüşebilir. Günde 1 tane elma ile beraber 1 tane de elma çekirdeği yenmelidir. Elma çekirdeği 1 taneden fazla yenmemelidir.

1 adet elmada bulunan  $Fe^{+2}$ , insanın günlük  $Fe^{+2}$  ihtiyacı kadardır. Elmada  $Fe^{+2}$  zaten vardır. Elma ağacı, kökleri vasıtasıyla topraktan aldığı  $Fe^{+3}$ 'ü indirgeyerek  $Fe^{+2}$  haline getirir ve meyvesinde depolar. Bu redoks tepkimesi günümüzde kimya laboratuvarlarında henüz gerçekleştirilememiştir. Çünkü, zor bir kimyasal işlemdir. Kırmızı renkli  $Fe^{+2}$ 'nin laboratuvarlarda elde edilmesi bu nedenle mümkün değildir.

#### Bunu Biliyor muydunuz???

Nisan yağmuru bereketlidir ve içilirse şifalıdır. Genelde nisan ayında yağın ikinci yağmur, kırmızı renkli  $Fe^{+2}$  içerir. Bu  $Fe^{+2}$ 'nin kaynağı çöllerdeki tozdur. Sahra tozları nisan ayında rüzgarla dünyanın her yerine taşınır. Tozlar bulutların içine girince de yağış oluşur. Bu yağmurdan sonra arabaların üzeri kırmızılaşır.



**Ek 8'nin devamı****KEŞFETME (EXPLORE)****DENEY: YÜKSELTGENME-İNDİRGENME TEPKİMELERİ**

Bu deneyde;

- Metalik bakır ile  $\text{AgNO}_3$  çözeltisi,
- Metalik bakır ile derişik nitrik asit çözeltisi,
- Metalik çinko ile derişik nitrik asit çözeltisi,
- Metalik çinko ile bakır sülfat çözeltisi,

Arasındaki yükseltgenme-indirgenme tepkimeleri incelenecektir.

**Araç-gereçler**

0,1 M $\text{AgNO}_3$ çözeltisi	0,1 M $\text{CuSO}_4$ çözeltisi	Derişik $\text{HNO}_3$ çözeltisi,
Derişik $\text{H}_2\text{SO}_4$ çözeltisi	Bakır şerit	Çinko levha
Deney tüpü (4)	Beher	

**Deneyin Yapılışı**

6. Bir deney tüpüne 2 mL 0,1 M  $\text{AgNO}_3$  çözeltisi koyup üzerine 3 mL damıtık su ekleyin. Bu çözeltiliye küçük bir parça bakır şerit (yaklaşık 0,2 g) atın ve 5-10 dakika süreyle gözleyerek gözlemlerinizi yazın.
7. Bir deney tüpüne küçük bir parça bakır şerit (yaklaşık 0,2 g) atıp üzerine 3 mL derişik  $\text{HNO}_3$  çözeltisi ekleyin ve 5-10 dakika süreyle gözleyerek gözlemlerinizi yazın.
8. 250 mL'lik bir beheri yarısına kadar musluk suyu ile doldurun ve suyu kaynatın. 2 nolu işlemde hazırlanan çözeltiyi kaynayan suyun içine koyarak gaz çıkışı bitene dek bekletin ve gözlemlerinizi yazın.
9. 3 nolu işlemdeki çözeltiliye küçük bir parça çinko (yaklaşık 0,2 g) metali atın ve 10 dakika süreyle gözleyerek gözlemlerinizi yazın.
10. Bir deney tüpüne 2 mL  $\text{CuSO}_4$  çözeltisi koyup üzerine 3 mL damıtık su ekleyin. Bu çözeltiliye küçük bir parça çinko (yaklaşık 0,2 g) metali atın ve 5-10 dakika süreyle gözleyerek gözlemlerinizi yazın.

**Sorular**

1. Tüm işlemler için her bir işlemde oluşan yarı tepkimeleri ve denkleştirilmiş toplam tepkimeyi yazın.
2. 1 nolu işlemde  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$  iyonlarının tepkimeye girmeme ve çözelti renginin maviye dönme nedenini açıklayın.
3. 2 ve 3 nolu işlemlerde tepkime sırasında açığa çıkan gazın adını yazın.
4. 4 ve 5 nolu işlemlerle ilgili tepkimelerdeki  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$  iyonlarının işlevini açıklayın.
5. 4 ve 5 nolu işlemleri karşılaştırarak sonuçları yorumlayın.



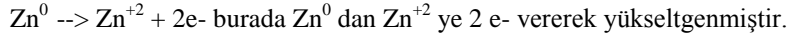
## Ek 8'nin devamı

## AÇIKLAMA (EXPLAIN)

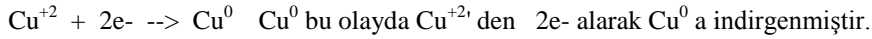
## YÜKSELTGENME-İNDİRGENME ( REDOKS) TEPKİMELERİ

Elektron alış-verişinin olduğu tepkimelere **yükseltgenme-indirgenme yada redoks tepkimeleri** denir.

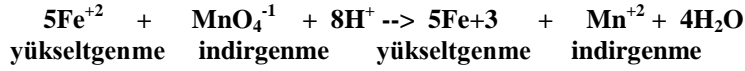
**Yükseltgenme bir maddenin elektron vermesi olayıdır.**



İndirgenme Bir maddenin elektron alması olayıdır.



\*Bu iki tepkimenin tek başına olması imkansızdır. Redoks tepkimelerinde mutlaka en az bir indirgenen ve birde yükseltgenen madde olmalıdır.

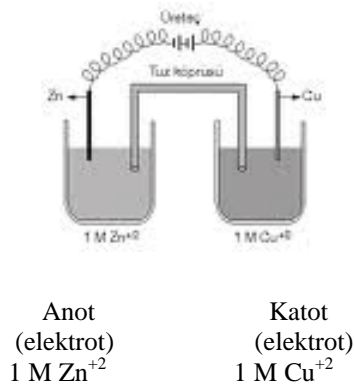


Yukarıdaki tepkime incelendiği zaman  $\text{Fe}^{+2}$  iyonu  $\text{Fe}^{+3}$  iyonuna yükseltgenirken  $\text{Mn}^{+5}$  iyonu da 3 elektron alarak  $\text{Mn}^{+2}$  iyonuna indirgenmiştir. Burada  $\text{Fe}^{+2}$  iyonu indirgendir; çünkü  $\text{Mn}^{+5}$  iyonunu  $\text{Mn}^{+2}$  iyonuna indirgemıştır.  $\text{MnO}_4^-$  iyonu ise yükseltgendir; çünkü  $\text{Fe}^{+2}$  iyonunu  $\text{Fe}^{+3}$  iyonuna yükseltgemıştır.

\*Yukarıdaki ifadeye göre yükseltgenen madde indirgen, indirgenen madde yükseltgen özellik gösterir diyebiliriz.

- \* Elektron veren madde yükseltgenir.(indirgendir)
- \* Elektron alan madde indirgenir.(yükseltgendir)
- \* En iyi elektron veren metaller en aktiftir.

Pil Redoks tepkimelerinin elektrik enerjisi üretebilecek şekilde düzenlenmesiyle yapılmış sistemlere **elektrokimyasal pil** denir. Elektronun akış yönü



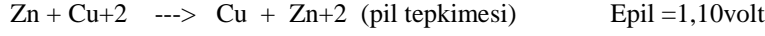
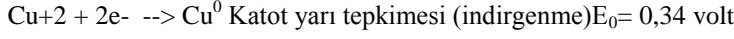
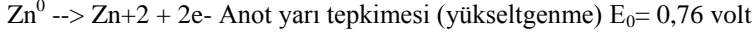
## Tuz köprüsü

Elektrot Yükseltgenme ve indirgenme olaylarının olduğu kısımlardır.

Elektrolit Elektrik akımını ileten iyonik çözeltilerdir. Yukarıdaki pilde  $\text{Zn}^{+2}$  ve  $\text{Cu}^{+2}$  çözeltileri birer elektrolittirler.

## Ek 8'nin devamı

Yukarıdaki pilin çalışabilmesi için anottan katoda sürekli bir elektron akışının sağlanması gerekir. Burada Zn(k) çubuğun çözünerek  $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$  Zn elektron verecek ve zamanla Zn çubuğun kütlesi azalacak, 2. Kaptaki  $Cu^{+2}$  iyonları da bu elektronları alarak  $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$  tepkimesine göre Cu çubuğun üzerinde toplanacak ve katodun kütlesi zamanla artacaktır.



Tuz köprüsü Zn nun bulunduğu kapta zamanla pozitif yük fazlalığı ve Cu ın bulunduğu kapta da negatif yük fazlalığı olacaktır. Bu yükleri iyon akışıyla dengeleyebilmek için kurulan içi genellikle iyonik tuzların çözeltisiyle dolu olan bir sistemdir.

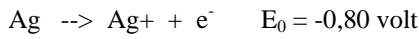
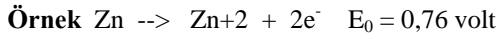
Pil gerilimi elektron alıp verme eğiliminin ölçüsüne pil gerilimi denir.

$$E_{pil} = E_{anot} + E_{katot}$$

İki yarı pil tepkimesinin yükseltgenme potansiyelleri verildiği zaman potansiyeli büyük olan her zaman anot, küçük olan ise katot olacak şekilde tepkimeler düzenlenerek (küçük olan ters çevrilerek) pil tepkimesi ve potansiyeli hesaplanabilir.

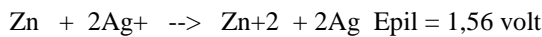
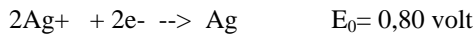
\* Bir tepkime ters çevrildiğinde  $E_0$  işaret değiştirir.

\* Bir tepkime bir sayıyla çarpıldığında  $E_0$  bu sayıyla çarpılmaz, çünkü  $E_0$  pilin büyüklüğüne değil ortamdaki maddelerin derişimine bağlıdır.



pil tepkimesi ve pilin potansiyeli ne olur ?

**Çözüm** Yükseltgenme gerilimlerine bakıldığı zaman  $Zn > Ag$  olduğu görülür. O zaman Zn anot (yükseltgenecek), Ag ise katot(indirgenecek). Zn tepkimesi aynen alınırsa yükseltgenme olur, Ag tepkimesi ters çevrilirse indirgenme olur. Redoks tepkimelerinde alınan elektron sayısı verilen elektron sayısına eşit olmalıdır. Bu yüzden Ag nin olduğu tepkime 2 ile çarpılmalı fakat  $E_0$  bu sayıyla çarpılmamalıdır.



\*Yükseltgenme gerilimi büyük olan yükseltgenir, indirgenme gerilimi büyük olan indirgenir.

\*  $E_{pil} > 0$  ise pil kendiliğinden çalışır, küçükse çalışmaz.

\* Elektron daima anottan katoda doğru akar.

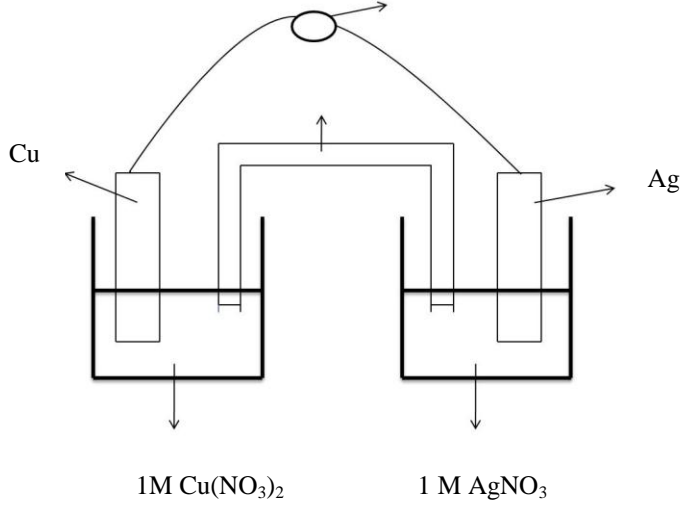
\* Kütlesi azalan anottur.

\* Pozitif yüklü iyonlar tuz köprüsü vasıtasıyla her zaman anottan katoda doğru akar.

## Ek 8'nin devamı

## DERİNLEŞME (ELABORATE)

## ELEKTROKİMYASAL PİLLER

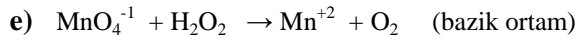
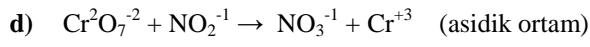
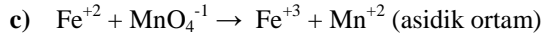
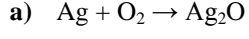


Şekilde Cu-Ag pili ile Cu ve Ag'nin yükseltgenme yarı pil potansiyelleri verilmiştir. Buna göre;

- Pil üzerinde doldurmanız gereken boşlukları doldurunuz.
- Bu redoks tepkimesi için yükseltgenme ve indirgenme yarı reaksiyonlarını yazınız.
- Pilin  $E^0_{\text{pil}}$  potansiyelini hesaplayınız.
- Anot nedir? Katot nedir? Anot ve katodu şekilde gösteriniz.
- Anot ve katotta meydana gelen reaksiyonları yazınız.

**Ek 8'nin devamı****DEĞERLENDİRME (EVALUATE)****SORULAR**

**1. Aşağıdaki reaksiyonları denkleştiriniz.**



## ÖZGEÇMİŞ

14.07.1983 tarihinde İstanbul'un Bakırköy ilçesinde doğdu. 2001 yılında Fatih Pertevniyal Lisesi'den beşinci mezun olan Ültay, aynı yıl kazandığı Boğaziçi Üniversitesi Kimya Öğretmenliği Lisansla Birleştirilmiş Tezsiz Yüksek Lisans Programını ise 2007 yılında altıncı olarak tamamlamıştır. 2007 yılında Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlayan Ültay, 2008 yılında KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümünde Kimya Eğitiminde doktora eğitimine başlamıştır. Halen aynı kurumda görev yapmakta olan Ültay'ın yabancı dili İngilizce olup, evli ve bir çocuk annesidir.